

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO FIN DE CARRERA

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN CENTRO
EDUCATIVO**

AUTOR: Jaime Iglesias Crespo

TUTOR: Esteban Patricio Domínguez González-Seco

Leganés, 10 de septiembre de 2013

ÍNDICE GENERAL

0. OBJETIVOS.....	6
1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	8
2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	62
3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	125
4. PRESUPUESTO.....	187
5. ANEXOS.....	205
6. BIBLIOGRAFÍA.....	215
7. PLANOS.....	218

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de la situación

Figura 2. Celda RM6 tipo 3I con maniobra de líneas con interruptor seccionador

Figura 3. Celdas compactas de la gama RM6

Figura 4. Ejemplo de fabricación mediante celdas prefabricadas

Figura 5. Celda modular gama SM6-24

Figura 6. Celda de línea modelo IM

Figura 7. Celda de protección modelo QMBD

Figura 8. Celda de medida modelo GBC-C

Figura 9. Celda de remonte de cables modelo Game

Figura 10. Celda de remonte de cables y acoplamiento modelo GIM

Figura 11. Transformador Modelo TRIHAL de Schneider

Figura 12. Curva esquemática característica de una sonda PT100

Figura 13. Termómetro digital T

Figura 14. Esquema funcionamiento Termómetro digital T

Figura 15. Grupo electrógeno GESAN DVA/S 275 E LS

Figura 16. Cuadro general de Baja tensión, Fabricante ABB modelo ArTu K

Figura 17. Cuadro Secundario, Fabricante ABB modelo ArTu M

Figura 18. Diferencial de 2 polos, 80 A y 30 mA de sensibilidad marca Schneider Electric

Figura 19. Interruptor automático magnetotérmico de 2 polos y 10 A marca Schneider Electric

Figura 20. Cable del fabricante Prysmian, modelo AFUMEX 1000V (AS).

Figura 21. Cable del fabricante Prysmian, modelo Afumex Firs 1000V (AS+).

Figura 22. Cable del fabricante Prysmian, modelo Afumex Plus 750V.

Figura 23. Caja de registro PLEXO IP-55 IK-07 del fabricante Legrand

Figura 24. Esquema TN-S

Figura 25. Esquema TN-C

Figura 26. Esquema TT

Figura 27. Pararrayos Ingesco modelo PDC 5.3

Figura 28. Batería de condensadores Circutor STD12-300-440

Figura 28. Medidas de la batería de condensadores

Figura 29. Ventilación del transformador

Figura 30. Reducción del primario al secundario de un transformador

Figura 31. Circuito equivalente de una línea corta

Figura 32. Mapa de densidad de impactos sobre el terreno Ng

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Previsión de cargas

Tabla 2. Características eléctricas de las celdas RM6

Tabla 3. Características eléctricas de las celdas SM6

Tabla 4. Poder de corte máximo

Tabla 5. Poder de corte de los seccionadores de puesta a tierra

Tabla 6. Elección del calibre del fusible

Tabla 7. Características del fusible

Tabla 8. Características eléctricas del transformador seco clase F gama Trihal

Tabla 9. Características técnicas del cable RZ1-k (AS) del fabricante Prysmian

Tabla 10. Características del cable RZ1 (AS +) del fabricante Prysmian

Tabla 11. Características técnicas del cable H07Z1 - R (AS) de la marca Afumex

Tabla 12. Niveles de iluminación recomendados

Tabla 13. Características eléctricas y mecánicas de la batería de condensadores

Tabla 14. Composición y medidas de la batería de condensadores

Tabla 15. Temperaturas máximas admisibles para cables aislamiento seco

Tabla 16. Hoja de datos

Tabla 17. Intensidades máximas admisibles según número de conductores y su naturaleza de aislamiento

Tabla 18. Valores de los calibres de protección

Tabla 19. Conductividad, γ , (en $m/(\Omega \text{ mm}^2)$) para el cobre y el aluminio.

Tabla 20. Límites de caída de tensión reglamentarios

Tabla 21. Valores de K

Tabla 22. Relación entre conductores de protección y fase

Tabla 23. Valores de VEEI límite

Tabla 24. Coeficiente C1

Tabla 25. Coeficiente C2

Tabla 26. Coeficiente C3

Tabla 27. Coeficiente C4

Tabla 28. Coeficiente C5

Tabla 29. Niveles de protección

Tabla 30. Número de conductores por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro del tubo

Tabla 31. Dimensión, espesor, peso y carga de bandejas de PVC rígido

Tabla 32. Dimensión, espesor, peso y carga de canales de PVC rígido

Tabla 33. Diámetro y espesor de pared de tubos de acero de unión roscada

Tabla 34. Diámetro y espesor de pared de tubos de acero de uniones enchufables

Tabla 36. Diámetros de tubos de PVC corrugados

0. OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto fin de carrera es el de especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas necesarias para la instalación eléctrica de un edificio destinado a un centro educativo.

El edificio está situado en la localidad de Tres Cantos, en la Ronda de los Montes. En la planta baja se encuentra el centro de transformación y seccionamiento así como los grupos de presión y el cuadro general de baja tensión.

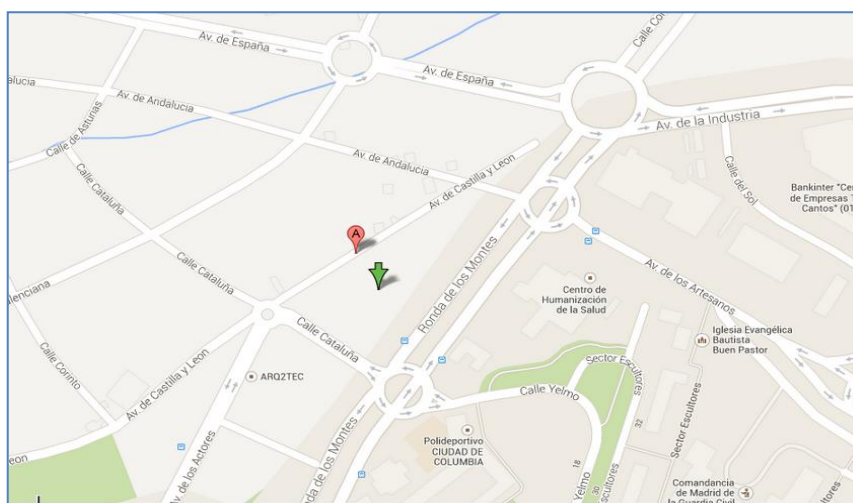


Figura 1. Plano de la situación

El proyecto se basará en todo momento en la aplicación de las diferentes normativas aplicables en el territorio nacional, pero principalmente se apoyará en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus diferentes instrucciones técnicas.

Se deberá empezar enmarcando el edificio según normativa. Al ser un edificio destinado a un colegio, se debe considerar como local de pública concurrencia. A partir de esta información se diseñará la instalación aplicando la normativa establecida en el reglamento para esta clase de edificios.

Se empezará calculando las necesidades de potencia de la instalación en función de las cargas que se van a alimentar, en este apartado se desglosarán los diferentes consumos en función de los tipos de carga, diferenciando entre cargas normales y cargas de seguridad.

Una vez que conocemos la potencia de la instalación se pasará a diseñar el modo de alimentación de esta. La instalación de media tensión se compondrá de un centro de

transformación y seccionamiento. El centro de seccionamiento es el punto de partida de nuestra instalación y contará con diferentes celdas donde se conectará la acometida de la compañía. Después pasaremos al centro de transformación donde se sitúan las celdas de protección y medida, además del transformador que adaptará la tensión de distribución (15kV) a la tensión adecuada para el consumo del edificio (400 V).

Para abastecer las cargas de seguridad, tal y como indica el reglamento, se realizará la instalación de un suministro independiente en caso de fallo de alimentación de la red. En este caso se instalará un grupo electrógeno de la potencia necesaria.

Posteriormente se diseñará el sistema de puesta a tierra del edificio para la protección de las instalaciones y de posibles contactos indirectos, teniendo en cuenta el esquema de conexión a neutro.

El siguiente paso será definir la instalación del cuadro general de baja tensión (CGBT) de reparto a los diferentes cuadros secundarios alojados en las distintas zonas del edificio. Se diseñará la coordinación de toda la aparamenta de protección en base a criterios, de selectividad y filiación. A su vez se calcularán las diferentes líneas que transporten la potencia necesaria en cada caso, calculando las protecciones en función de estas.

Una vez que todo lo anterior esté calculado se procederá a la instalación de diferentes cargas, como luminarias, tomas de corriente, unidades de climatización, etc.

Todos estos apartados a describir, diseñar y calcular irán acompañados del pliego de condiciones técnicas y planos necesarios para la ejecución de la obra.

MEMORIA

DESCRIPTIVA

ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

1. GENERALIDADES.....	11
2. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	12
3. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.....	13
4. PREVISIÓN DE CARGAS.....	15
5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	17
5.1. Red de media tensión.....	17
5.2. Centro de transformación y seccionamiento.....	17
5.2.1. Características generales.....	17
5.2.2. Conjunto Compacto.....	24
5.2.2.1. Celda de línea.....	24
5.2.2.2. Celda de protección.....	25
5.2.2.3. Celda de medida.....	27
5.2.2.4. Celda de remonte de cables.....	28
5.2.2.5. Celda de remonte de barras y acoplamiento.....	29
5.2.3. Características del local.....	30
5.2.3.1. Acceso a personas.....	30
5.2.3.2. Acceso a materiales.....	30
5.2.3.3. Paso de cables de A.T.....	30
5.2.3.4. Acceso a transformadores.....	30
5.2.3.5. Piso.....	31
5.3. Transformador de potencia.....	31
5.3.1. Descripción y elección del transformador de potencia.....	31
5.3.2. Dispositivo térmico de protección.....	33
5.3.3. Conexiones al transformador.....	35
5.3.3.1. Conexión en el lado de alta tensión.....	35
5.3.3.2. Conexión en el lado de baja tensión.....	36
5.4. Suministro de energía para los servicios de emergencia (Grupo electrógeno).....	36
5.5. Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)	37
5.6. Cuadros Secundarios de protección de zonas en plantas	39
5.7. Líneas.....	41
5.7.1. Cables Utilizados.....	41
5.7.2. Líneas principales.....	42
5.7.3. Líneas de derivación a cuadros secundarios.....	45
5.7.4. Distribución en plantas.....	46

5.8.	Alumbrado de interiores.....	49
5.8.1.	Alumbrado normal.....	49
5.8.2.	Alumbrado de emergencia.....	50
5.9.	Red de puesta a tierra y sistemas de protección contra contactos indirectos.....	51
5.10.	Instalación de pararrayos.....	57
5.11.	Batería de condensadores.....	58

1. GENERALIDADES

El objetivo de este capítulo del proyecto se refiere a las instalaciones eléctricas de Media y Baja Tensión a realizar, conforme al Reglamento Electrotécnico correspondiente y resto de normas complementarias vigentes, en el Colegio ubicado en la Ronda de los Montes, en Tres Cantos, Madrid.

Las instalaciones eléctricas comenzarán en el Centro transformación, Seccionamiento, donde llegarán los cables de acometida en M.T, la cual será de 15 kV y las celdas de salida tendrán una tensión nominal de 400V.

El suministro Complementario de Reserva estará atendido mediante grupo electrógeno, conexión a la red, desconexión y parada automáticas por falta y vuelta del suministro normal.

Se aplicarán los criterios establecidos en el código técnico de la edificación en materia de eficiencia energética y seguridad en instalaciones eléctricas.

2. LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la realización de este proyecto han regido los criterios indicados en los Reglamentos Oficiales, de la Compañía Suministradora y en particular los siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según decreto del Ministerio de Industria nº 842/2002 de Agosto, Instrucciones Técnicas Complementarias y normas UNE de aplicación.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, según orden Ministerial del 9 de Marzo de 1.971.
- Reglamento de Centrales Generadoras de Energía.
- Reglamento de Estaciones Transformadoras.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, según decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre de 1.982 e Instrucciones Técnicas Complementarias denominadas instrucciones MIE-RAT con orden de fecha 6 de Julio de 1.984.
- Código Técnico de la Edificación.
- Normas particulares de la Compañía.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas. (Ayuntamiento, Bomberos y Medio Ambiente)

3. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

En este punto se describen y justifican las soluciones a adoptar para las instalaciones que este capítulo contempla.

Desde el Cuadro General de B.T (CGBT), alimentado normalmente por un transformador de 800 kVA, o extraordinariamente por un grupo electrógeno de 273 kVA, partirán circuitos comunes para alumbrado y fuerza tomas de corriente usos varios e informáticos. Además, desde este cuadro general se alimentarán potencias eléctricas dedicadas a usos específicos del alumbrado y fuerza tomas de corriente en departamentos y aulas, y otras dependencias.

Para las instalaciones de alumbrado y fuerza tomas de corriente, se preverán cuadros secundarios (CS) por planta a situar en lugar adecuado. Desde donde partirán los circuitos de alimentación a los consumos de la misma planta, así como de distribución para zonas de uso común.

Para la solución a adoptar con dos escalones de protección: Cuadro General de B.T y Cuadros Secundarios de zona en plantas, se diseñarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de tal forma, que existirá entre ellos selectividad en el disparo frente a cortocircuitos para la máxima corriente obtenida por cálculo en cada punto, teniendo en cuenta que la corriente de cortocircuito máxima en barras del Cuadro General de B.T está prevista para un transformador de 800 kVA.

Como alumbrados especiales se preverá el siguiente:

Alumbrado de Evacuación y Antipánico.

Estarán atendidos mediante aparatos autónomos con lámparas fluorescentes de 8 W de una hora de autonomía, calculados para la superficie que han de cubrir. Teniendo presente que el grupo electrógeno, utilizada como suministro complementario de reserva, cubrirá parte de la instalación de alumbrado de zonas comunes, el criterio utilizado para la distribución de luminarias de emergencia ha sido el siguiente:

- En zonas de acumulación de público y en general todas aquellas que puedan considerarse de evacuación (vestíbulos, pasillos, escaleras, salones, etc.) el número de ellas estará calculado en razón de las superficies del local y la cubierta por la luminaria. Estas zonas serán atendidas mediante aparatos autónomos del tipo combinado, dotados de dos lámparas fluorescentes distintas, una de señalización y otra de emergencia.

El resto de dependencias donde puede haber personal del centro, sólo se situarán luminarias de emergencia, para la señalización de puertas de salida y proporcionar iluminación que permite la localización de obstáculos hasta la salida.

4. PREVISIÓN DE CARGAS

Para la determinación de las potencias a plena carga que cubran las necesidades para los Suministros Normal de Compañía y Complementario de Socorro por grupo electrógeno, se ha partido de los planos de planta donde están representados los puntos de luz y tomas de corriente, de cuyo recuento y aplicación del coeficiente 1,8 sobre la potencia de lámparas de descarga se han obtenido las cargas instaladas reflejadas en esquemas de cuadros, que por acumulación y aplicación de los coeficientes de simultaneidad extraídos del uso habitual en esta clase de edificios.

SALIDA de la Línea	LLEGADA de la Línea	BARRA	POTENCIA NORMAL(W)	POTENCIA EMERGENCIA(W)
C.G.B.T.	CS 5.0	R	40.000	
C.G.B.T.	CS 4.0	R	40.000	
C.G.B.T.	CS-COC	G		50.000
C.G.B.T.	CS-CAM	G		20.000
C.G.B.T.	CS 4.1	R	40.000	
C.G.B.T.	CS 4.2	R	40.000	
C.G.B.T.	CS 4.3	R	40.000	
C.G.B.T.	CS-GIM	R	30.000	
C.G.B.T.	CS 3.0	R	40.000	
C.G.B.T.	CS 3.1	R	40.000	
C.G.B.T.	CS 3.2	R	40.000	
C.G.B.T.	CS VEST	R	20.000	
C.G.B.T.	CS POL	R	40.000	
C.G.B.T.	CS 2.0	R	40.000	
C.G.B.T.	CS 2.1	R	40.000	
C.G.B.T.	CS 2.2	R	40.000	
C.G.B.T.	CS 1.0	R	30.000	
C.G.B.T.	CS 1.1	R	30.000	
C.G.B.T.	CS ASC1	G		10.000
C.G.B.T.	CS ASC2	G		10.000
C.G.B.T.	CS CT	G		3.000
C.G.B.T.	CS POE	G		3.000
C.G.B.T.	TE GPF	R	6.000	
C.G.B.T.	CS PCI	G		12.000
C.G.B.T.	CS ALUM 1	R	15.000	
C.G.B.T.	CS ALUM 2	R	15.000	
C.G.B.T.	CE AA1	R	60.000	
TOTALES			686.000	108.000

Tabla 1.Previsión de cargas

Para atender esta demanda se adapta la instalación de un transformador de 800 kVA , suficiente para atender la potencia total instalada y un grupo electrógeno de 273 kVA para el Complementario de Socorro, con lo cual se ha estimado un margen de reserva suficiente.

5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION

5.1. Red de media tensión

Para comenzar con el diseño del centro de transformación debemos saber el tipo de centro de transformación que vamos a instalar. Se pueden distinguir dos tipos de centros de transformación según su utilización, tenemos por un lado el centro de distribución cuya propiedad pertenece a la compañía eléctrica y por otro lado el centro de transformación de abonado, nos encontramos en el segundo caso, el propietario del CT es el cliente, por ello según el RAT-ITC-19, en su apartado 4, la compañía suministradora nos debe facilitar los siguientes datos:

- Tensión nominal de la red.
- Nivel de aislamiento.
- Intensidad máxima de cortocircuito trifásica y a tierra.
- Tiempos máximos de desconexión en caso de defecto.
- Cuantos datos sean necesarios para la elaboración del proyecto y que dependan del funcionamiento de la red.

Para el caso particular de esta instalación, la acometida (línea de distribución) será en Media Tensión a 15 kV procedente de las redes de distribución de la Compañía Suministradora (Iberdrola). La alimentación será en anillo o bucle con lo que se mejorará la calidad de servicio de la red (continuidad) en caso de que haya un defecto en la red, porque se puede reconfigurar para aislar el defecto y poder mantener la alimentación.

La acometida llegará a un centro de Seccionamiento de Compañía con acceso directo para personal de la compañía suministradora. Desde él, se alimenta al Centro de Medida y Reparto, tras estas celdas se conectarán los transformadores.

5.2. Centro de Transformación y seccionamiento

5.2.1. Características generales

El Centro de seccionamiento estará formado por celdas compactas prefabricadas del tipo RM6 con tensión asignada de 24 kV permitiéndonos un amplio abanico de combinaciones de una a seis unidades funcionales integradas y aisladas en SF6 del fabricante Merlin Gerin (Schneider Electric España).

El Centro de Seccionamiento formará un conjunto con el Centro de Transformación de la planta baja, siendo ubicado en un cuarto con acceso único y exclusivo para el personal de la compañía desde el exterior del edificio.

Recibirá la entrada y salida del bucle de la compañía y alimentará en Alta Tensión al Centro de Transformación.

Como hemos dicho, hemos seleccionado para el centro de seccionamiento de este proyecto las celdas compactas de la gama RM6 tipo 3I con maniobra de líneas con interruptor seccionador, fabricadas por *Schneider Electric*.

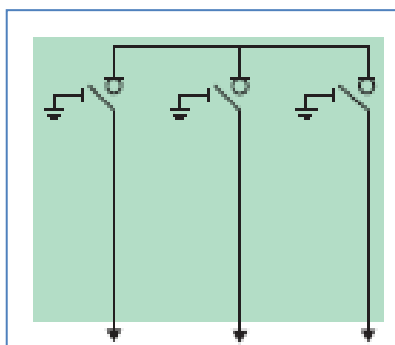


Figura 2. Celda RM6 tipo 3I con maniobra de líneas con interruptor seccionador

Este conjunto de celdas están homologadas por la Compañía Suministradora (Iberdrola) y permitida su implantación en el caso que nos ocupa. Son un modelo comprobado que nos permite un amplio abanico de combinaciones de una a seis unidades funcionales integradas y aisladas en Hexafloruro de azufre. Dichas celdas se encuentran instaladas en redes de distribución de más de cincuenta países de África, América, Asia, Europa y Oceanía.



Figura 3. Celdas compactas de la gama RM6

En la siguiente tabla se muestra las características eléctricas de las celdas compactas RM6. La tabla ha sido obtenida del catálogo del fabricante Schneider Electric “Centros de Transformación 24 kV MT/BT” del año 2008. Los valores más relevantes y que debemos tener en cuenta a la hora de realizar los cálculos eléctricos son los siguientes:

- Tensión Asignada: 24 kV
- Tensión soportada entre fases, y entre fase y tierra:
 - A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV eficaz
 - A impulso tipo rayo: 125 kV cresta
- Intensidad asignada en función de línea: 400 A
- Intensidad asignada en funciones de protección: 200 A (400 A en interruptor automático)
- Intensidad nominal admisible durante 1 segundo: 16 kA eficaz
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta.

Tabla de características eléctricas			
Tensión asignada (kV)		24	
Nivel de aislamiento			
Frecuencia industrial	50 Hz 1 mn (kV ef.)	50	
Onda de choque	1,2/50 μs (kV cresta)	125	
Función de línea (I)			
Intensidad asignada (A) ⁽¹⁾	400	630	630
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) ⁽²⁾	16	16	20
Poder de corte asignado con cables en vacío (A)	30	30	30
Poder de cierre del interruptor y del seccionador de puesta a tierra (kA cresta)	40	40	50
Función de protección de transformador (Q o D4)			
Interruptor-fusibles combinados (Q)			
Intensidad asignada (A)	200	200	200
Poder de cierre (kA cresta) ⁽³⁾	40	40	50
Interruptor automático D4			
Intensidad asignada (A) ⁽¹⁾	400	400	
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) ⁽²⁾	16	16	
Poder de corte en cortocircuito (kA ef.)	16	16	
Poder de cierre (kA cresta)	40	40	
Función de protección de línea con interruptor automático (D6)			
Intensidad asignada (A) ⁽¹⁾		630	
Intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) ⁽²⁾		16	
Poder de corte en cortocircuito (kA ef.)		16	
Poder de cierre (kA cresta)		40	

Tabla 2. Características eléctricas de las celdas RM6

Para la instalación de los elementos de medida y protección en Media Tensión, lo habitual es instalarlos sobre celdas prefabricadas, con envolvente metálica protectora, este tipo de equipos se suministran ya conexicionados y probados por parte del fabricante y cumple una serie de garantías establecidas en la normativa. Un ejemplo de este tipo de instalación es el de la figura siguiente.



Figura 4. Ejemplo de fabricación mediante celdas prefabricadas

El Centro de Transformación diseñado tendrá una potencia total de 800 kVA acorde con el apartado 4 previsión de cargas y estará formado por el tipo de celdas prefabricadas SM6, diseñadas por Merlin Gerin, una empresa perteneciente a Schneider Electric.

El Centro de Transformación recibirá la acometida proveniente del Centro de Seccionamiento y lo alimentará en Alta Tensión directamente. Desde la celda de medida, se alimentará a través de un cable de 94 mm² con malla el transformador de potencia, que estará ubicado en el mismo recinto, en una celda compartimentada con tabiques de fábrica de ladrillos y frontal de una puerta metálica con acceso desde el exterior del edificio.

También se instalará una celda de remonte, que nos permite subir los cables hasta el embarrado dotándonos de una mayor protección mecánica. En esta ocasión elegiremos un modelo GAME de Merlin Gerin cuyas características técnicas detallaremos más adelante. Por último, instalaremos una celda de protección general, cuya misión es proteger al resto de la instalación de posibles anomalías y por ello suele colocarse justo a continuación de la celda de entrada. La función de protección puede realizarse de dos maneras distintas, utilizando un interruptor automático especial para media tensión o mediante fusibles como será nuestro caso. Nosotros seleccionaremos el modelo QMBD de Merlin Gerin.

El Centro de Transformación será de tipo interior, empleando para el alojamiento de su aparallaje, celdas prefabricadas bajo envolvente metálica y construido y diseñado según las normas UNE-EN 60298: “Aparamenta Bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV”.

Estas celdas modulares de aislamiento están equipadas con aparallaje fijo que utiliza el Hexafloruro de Azufre (SF₆), como elemento de corte y extinción del posible arco de aparición (el mismo aislante que en el aparallaje del Centro de Seccionamiento).

Corresponden en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica única de acero inoxidable, conteniendo en su interior los interruptores y el embarrado.

En la elección de las celdas para el Centro de Transformación, hemos recurrido al mismo fabricante que en el Centro de Seccionamiento, es decir, al fabricante Merlin Gerin perteneciente a Schneider Electric España como hemos mencionado anteriormente. Concretamente hemos escogido la gama de celdas modulares SM6-24. Dichas celdas están equipadas con aparamenta fija bajo envolvente metálica, que utiliza el Hexafloruro de Azufre como elemento aislante y agente de corte en los siguientes elementos:

- Interruptor-Seccionador
- Interruptor automático Fluarc SF1
- Seccionador
- Seccionador de puesta a tierra
- Contactor Rollarc

La gama SM6-24 responde, en su concepción y fabricación de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Estas celdas, permiten realizar la parte de Media Tensión de los Centros de Transformación MT/BT de distribución pública y privada hasta 24 kV.

Además de sus características técnicas, las celdas modulares SM6-24 aportan unas respuestas a exigencias en materia de seguridad de las personas y facilidad de la instalación y explotación.

Las celdas modulares tipo SM6-24 están concebidas para instalaciones de interior (IP2XC según la Norma UNE 20324 o IEC 60529), beneficiándose de unas dimensiones reducidas, que son de aproximadamente:

- Anchuras de 357 milímetros (celda de interruptor) a 750 milímetros (celdas de interruptor automático).
- Altura de 1.600 milímetros.
- Profundidad a cota cero de 840 milímetros.

Estas dimensiones tan reducidas nos permiten su ubicación en un local pequeño o en el interior de un edificio prefabricado de hormigón.



Figura 5. Celda modular gama SM6-24

El grado de protección según la norma UNE 20324 (equivalente a la norma europea IEC 60529), de la envolvente externa, así como para los tabiques laterales de separación de celdas en la parte destinada a la colocación de los terminales de cables y fusibles, es IP2XC. Para el resto de los compartimentos es IP2X.

En lo referente a daños mecánicos, el grado de protección es de 7 (protección frente a la inmersión) según la norma UNE 20304 (equivalente europea IEC 60529).

Los cables se conectan desde la parte frontal de las celdas. La explotación está simplificada por la reagrupación de todos los mandos sobre el mismo compartimento frontal.

Las celdas pueden equiparse con numerosos accesorios (bobinas, motorización, contactos auxiliares, transformadores de medida y protección, etc.)

La pintura utilizada en las celdas modulares SM6-24, es del tipo RAL9002 (Blanco) y RAL9030 (negro).

En la siguiente tabla, vemos las características eléctricas de las celdas SM6:

Características eléctricas de las celdas SM6				
● Tensión asignada (Un) - aislamiento.				
Tensión asignada (kV)		7,2	12	24
50 Hz/1 min. (kV)	Aislamiento	20	28	50
	Seccionamiento	23	32	60
tipo rayo (kV cresta)	Aislamiento	60	75	125
	Seccionamiento	70	85	145
● Tensión asignada (Un) - límite térmico (Ith) - intensidad asignada (In).				
Serie 12,5 (12,5 kA 1 s)		400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 16 (16 kA 1 s)		400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 20 (20 kA 1 s)		400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 25 (25 kA 1 s)		400-630 A	400-630 A	NO
(En las celdas de protección por fusibles tipo PM y QM, la intensidad asignada es de 200 A, ya que viene limitada por el calibre del fusible. Para armonizar nos referimos a la intensidad del interruptor.)				

Tabla 3. Características eléctricas de las celdas SM6

La tensión asignada en las celdas escogidas es de 24 kV. Como se puede observar en la tabla, puede soportar tensiones de aislamiento entre fases y entre fases y tierra de 50 kV eficaces a frecuencia industrial (50 Hz durante 1 minuto) y a impulso tipo rayo de hasta 125 kV cresta.

La intensidad asignada en funciones de línea es de 400 Amperios, llegando incluso a valer hasta 630 Amperios, pero no es recomendable.

La intensidad nominal admisible durante 1 segundo será de 16 kA eficaces, por tanto nuestra serie elegida será la serie 16.

Las tablas siguientes contienen los valores de poder de corte máximo, y poder de cierre de los seccionadores de puesta a tierra:

● Poder de corte (Pdc) máximo.	
IM, IMC, IMPE, IMBD, IMBI, IMR GCSD, GCSI, GCMD, GCMi, NSM	400-630 A
PM, PMBD, PMBI	400-630 A (interruptor) 25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV (fusibles)
QM, QMC, QMBD, QMBI	400-630 A (interruptor) 25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV (fusibles)
DM1-C, DM1-D, DMI-W, DM1-A	25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV
DM2	25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV
CRM sin fusibles	10 kA-7,2 kV / 8 kA-12 kV
CRM con fusibles	25 kA-7,2 kV / 12,5 kA-12 kV
SM, SME	No tiene Pdc

Tabla 4. Poder de corte máximo

● Poder de cierre de los seccionadores de puesta a tierra (Spat) en kA cresta.	
IM, IMC, IMPE, IMBD, IMBI, GCSD GCSI, GCMD, GCMI, NSM, IMR PM, QM, QMC	2,5 × lth
PMBD, PMBI, QMBD, QMBI	Spat superior: 2,5 × lth Spat inferior: 2,5 kA cresta
DM1-C, DM1-W, DM1-A, CRM	Spat superior: 2,5 × lth Spat inferior: NO LLEVA
DM1-D, DM2	40 kA cresta / 50 kA cresta
SM	Spat superior sin poder de cierre
SME	NO TIENE poder de cierre
GAM	NO LLEVA Spat
	2,5 × lth

Tabla 5. Poder de corte de los seccionadores de puesta a tierra

Las características generales de las de las celdas SM6-24, que van a ser más relevantes a la hora de realizar los cálculos eléctricos son las siguientes:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad asignada en Disyuntores: 400 A
- Intensidad asignada en Ruptofusibles: 200 A
- Ensayos:
 - A frecuencia industrial (50Hz), 1 min. 50kV
 - Tipo rayo (1,2/50µs) 125kV (cresta)
 - Temperatura de funcionamiento: 5°C / +40°C
- Grado de protección: IP307
- Intensidad asignada de corta duración: 16kA/1s
- Poder de cierre interruptores: 40kA

5.2.2. Conjunto compacto (Tipos de celdas)

5.2.2.1. Celda de línea

La celda de línea es Schneider Electric de interruptor-seccionador gama SM6, modelo IM, de dimensiones:

- Ancho: 375 milímetros
- Profundidad : 940 milímetros

- Altura :1600 milímetros
- Peso:120 Kg.

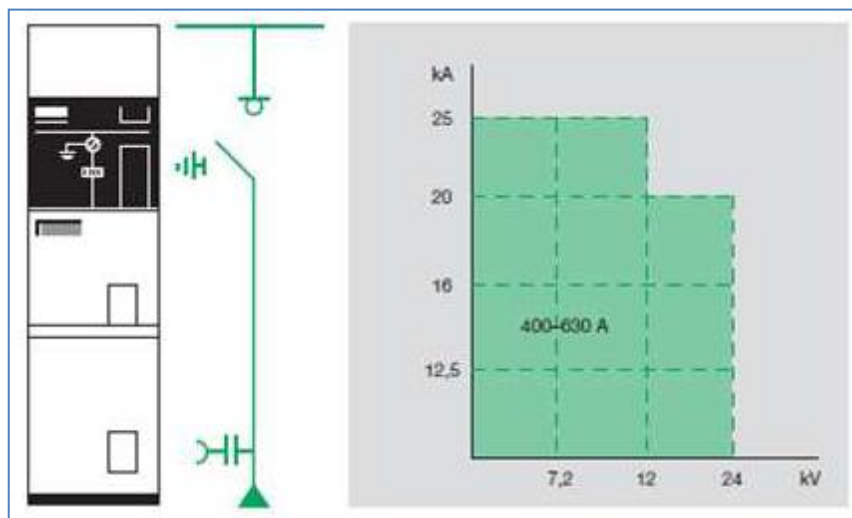


Figura 6. Celda de línea modelo IM

El contenido base de la celda es el siguiente:

- Interruptor-seccionador (SF6).
- Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre (SF6).
- Juego de barras tripolar para entrada.
- Juego de barras tripolar para salida.
- Mando CIT manual.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.

5.2.2.2. Celda de protección

La celda de protección es Schneider Electric de interruptor-fusible gama SM6, modelo QMBD, de dimensiones:

- Ancho:375 milímetros
- Profundidad : 940 milímetros
- Altura :1600 milímetros
- Peso:130 Kg.

El contenido base de la celda es el siguiente:

- Interruptor seccionador (SF6) de 400 A.
- Seccionador de puesta a tierra superior con poder de cierre (SF6).
- Juego de barras tripolar (400 A).
- Mando CII manual.
- Timonería para disparo por fusión de fusibles.
- Preparada para 3 fusibles normas DIN.
- Señalización mecánica fusión fusible.

- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Bornes de conexión para cable seco unipolar de sección inferior o igual a 95 mm².
- Seccionador de puesta a tierra inferior sin poder de cierre.
- Kit conexión cable seco unipolar igual a 150 mm² opcional.

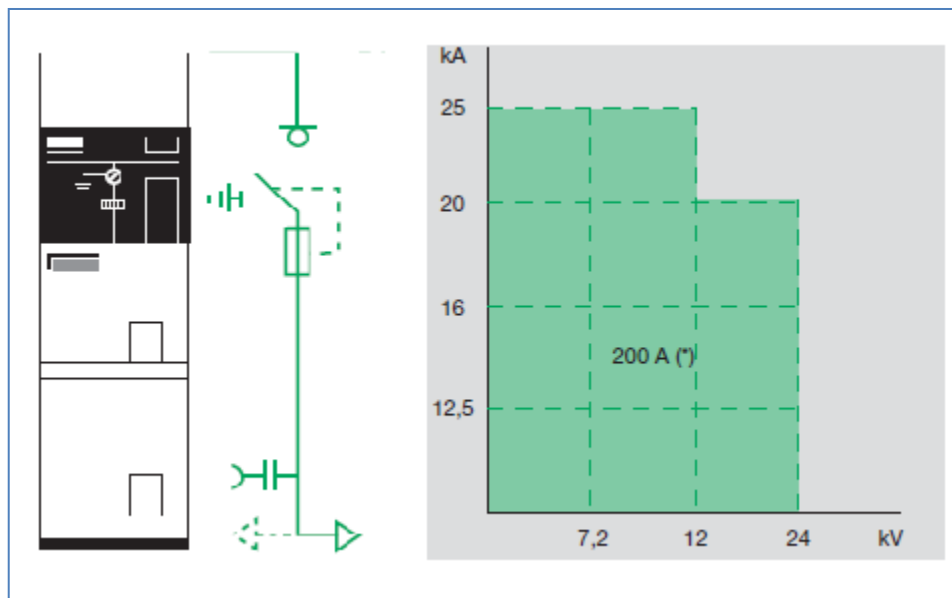


Figura 7. Celda de protección modelo QMBD

La protección se hará como hemos dicho mediante interruptor-fusible. El calibre de los fusibles utilizados para la protección del transformador depende entre otras cosas, de las características siguientes:

- Tensión de servicio
- Potencia del transformador
- Disipación térmica de los fusibles
- Tecnología de los fusibles (dependerá del fabricante)

Recomendamos los fusibles tipo CF de MESA debido a las bajas pérdidas por disipación de calor.

La siguiente tabla, muestra la elección del calibre del fusible en función de la potencia nominal del transformador y la tensión de servicio.

Como podemos observar al ver los valores de la tabla, nuestra elección sería para un transformador de 800kVA y 15 kV de tensión de servicio, un fusible FUSARC CF del calibre 63.

Tipo de fusibles	Tensión de servicio (kV)	Potencia del transformador (kVA)															Tensión asignada
		50	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	
Fusarc CF																	
	6	16	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100						12
	10	10	16	20	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100				12
	11	10	16	20	25	25	31,5	40	50	50	63	80	100				12
	12	10	16	20	20	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100			12
	13,2	10	20	20	25	31,5	31,5	40	50	63	63	80	80	100			24
	15	10	10	16	16	20	25	31,5	40	40	50	63	80	80			24
	16	6,3	10	16	16	20	25	31,5	40	40	50	63	63	80	100		24
	20	6,3	10	10	16	16	25	25	31,5	40	40	50	50	63	80	100	24
	22		10	10	10	16	20	25	25	31,5	40	40	50	50	80	80	24
	24		10	10	10	16	20	25	25	31,5	40	40	50	50	63	80	24

Tabla 6. Elección del calibre del fusible

Con este calibre y una tensión asignada de 24 kV, las medidas del fusible según nos muestra la Tabla siguiente, serán de 442 mm de longitud, 78,5 mm de diámetro y 4,1 kg de peso.

Tensión asignada (kV)	Calibre (A)	L (mm)	Ø (mm)	Peso (kg)
12 ⁽²⁾	6,3 a 20	292 ⁽¹⁾	50,5	1,2
	25 a 40	292 ⁽¹⁾	57	1,5
	50 a 100	292 ⁽¹⁾	78,5	2,8
	125	442	86	4,6
24 ⁽³⁾	6,3 a 20	442	50,5	1,6
	25 a 40	442	57	2,2
	50 a 63	442	78,5	4,1
	80 a 100	442	86	5,3

Tabla 7. Características del fusible

5.2.2.3. Celda de medida

La celda de medida es de Schneider Electric de tensión e intensidad con salida inferior cable, entrada inferior lateral por barra, gama SM6 modelo GBC-C de dimensiones:

- Ancho: 750 milímetros
- Profundidad : 1038 milímetros
- Altura : 1600 milímetros
- Peso: 200 Kg.

El contenido base de la celda consta de:

- Juego de barras tripolar para entrada inferior.

- Bornes de conexión para cable seco unipolar de sección inferior o igual a 150 mm².
- Preparada para instalar:
 - 2 o 3 transformadores de intensidad.
 - 2 transformadores de tensión bipolares o 3 transformadores de tensión unipolares.

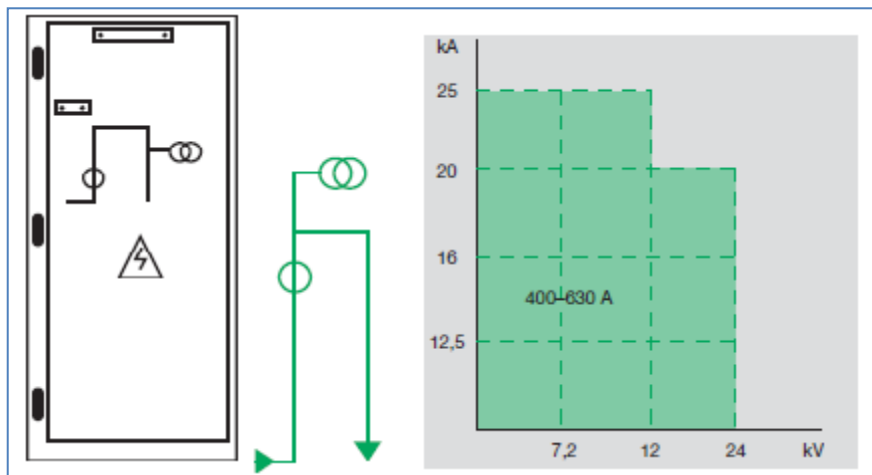


Figura 8. Celda de medida modelo GBC-C

5.2.2.4. Celda de remonte de cables

La celda de remonte de cables es de Schneider Electric con conexión superior a derecha o izquierda por barras, gama SM6 modelo GAME de dimensiones:

- Ancho: 375 milímetros
- Profundidad : 870 milímetros
- Altura : 1600 milímetros
- Peso: 110 Kg.

El contenido base de la celda consta de:

- Embarrado interior.
- Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección inferior o igual a 400 mm².
- Juego de barras tripolar para conexión superior por la derecha o por la izquierda.

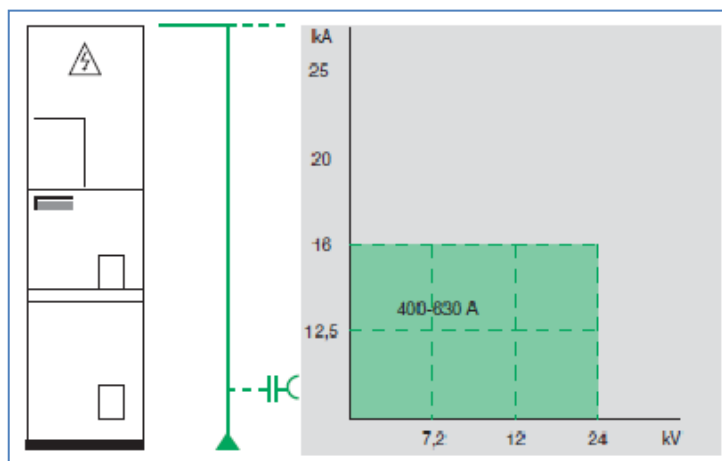


Figura 9. Celda de remonte de cables modelo Game

5.2.2.5. Celda de remonte de barras y acoplamiento

La celda de remonte de barras y acoplamiento es de Schneider Electric con paso de barras, gama SM6 modelo GIM de dimensiones:

- Ancho:125 milímetros
- Profundidad : 840 milímetros
- Altura :1600 milímetros
- Peso:20 Kg.

El contenido base de la celda consta de:

- Embarrado interior.
- Juego de barras tripolar para conexión superior con otra celda SM6.
- Juego de barras tripolar para conexión inferior con otra celda SM6.

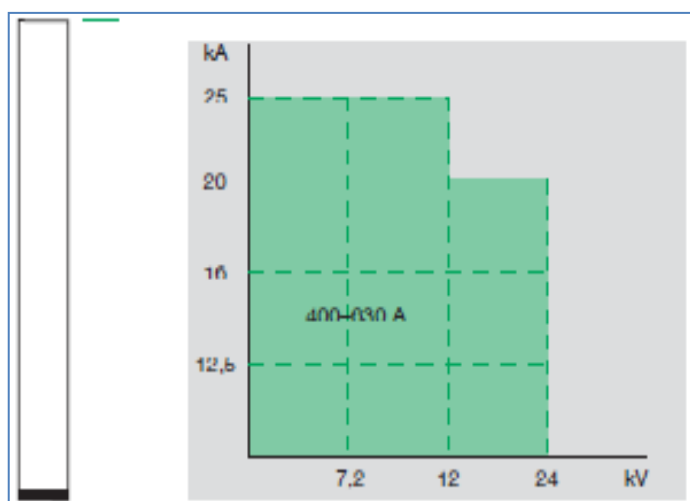


Figura 10. Celda de remonte de cables y acoplamiento modelo GIM

5.2.3. Características del local

5.2.3.1. Acceso a personas

El C.T. estará dividido en dos zonas: una, llamada zona de Compañía y otra, llamada zona de Abonado. La zona de Compañía contendrá las celdas de entrada y salida, así como la de seccionamiento. El acceso a esta zona estará restringido al personal de la Cía Eléctrica, y se realizará a través de una puerta peatonal y cuya cerradura estará normalizada por la Cía Eléctrica.

La zona de Abonado contendrá el resto de celdas del C.T. y su acceso estará restringido al personal de la Cía Eléctrica y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. La puerta se abrirá hacia el exterior y tendrán como mínimo 2.10 m. de altura y 0.90 m. de anchura.

5.2.3.2. Acceso de materiales

Las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Para esto se dispondrá de un acceso con tapas de lamas por el lateral del C.T.

Las puertas serán de chapa de acero galvanizado con pintura poliéster y se abrirán hacia el exterior con una luz mínima de 2,30 metros de altura y de 1,40 metros de anchura.

5.2.3.3. Paso de cables A.T.

Para el paso de cables de A.T. (acometida a las celdas de llegada y salida) se preverá una bancada de obra civil de dimensiones adecuadas, bajando los cables por la pared desde la zanja exterior en la calle.

La bancada deberá tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las celdas y sus dimensiones en la zona de celdas serán las siguientes: una anchura libre de 600 mm. En celdas SM6, y una altura que permita darles la correcta curvatura a los cables. Se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm. entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF₆ (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.

Fuera de las celdas, la bancada irá recubierta por tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituido por perfiles recibidos en el piso.

5.2.3.4. Acceso a transformadores

Para el acceso al recinto donde está situado el transformador se instalará una malla de protección que impedirá el acceso directo de personas a la zona de

transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

5.2.3.5. Piso

Se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del C.T.

Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo. Para evitar la proximidad a los pilares (puntos metálicos conectados a la puesta a tierra del Edificio) la malla se distanciará de estos dos metros.

El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

5.3. Transformador de Potencia

5.3.1. Descripción y elección del transformador de potencia

En lo que el transformador de potencia se refiere, será una maquina trifásica reductora de tensión entre fases a la entrada de 15 kV y la tensión de salida en vacío de 420V entre fases.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión, aislamiento en seco y refrigeración natural, por presentar un mayor grado de seguridad y precisar menos mantenimiento que los transformadores equivalentes en baño de aceite o silicona y por causar menos afectación sobre el medio ambiente. Modelo TRIHAL de Schneider, del tipo encapsulado en resina epoxi (aislamiento seco-clase F).

Trihal es un transformador trifásico de tipo seco con bobinados de media tensión encapsulados y moldeados al vacío en una resina de époxy que contiene una carga activa.



Figura 11. Transformador Modelo TRIHAL de Schneider

Esta carga activa, compuesta esencialmente de alúmina trihidratada $\text{Al}(\text{OH})_3$, es el origen de la marca Trihal. Trihal es un transformador de tipo interior como es nuestro caso.

Tendrá un nivel de descargas parciales inferior o igual a 10 pC. Se exigirá en el protocolo de ensayos que figuren los resultados del ensayo de descargas parciales.

Por motivos de seguridad en el centro se exigirá que los transformadores cumplan con los ensayos climáticos definidos en el documento de armonización HD 464 S1:

- Ensayos de choque térmico (niveles C2a y C2b).
- Ensayos de condensación y humedad (niveles E2a y e2b).
- Ensayo de comportamiento ante el fuego (nivel F1).

El transformador elegido cumple con dichos ensayos ya que aparece en la información suministrada por Schneider Electric.

Sus características eléctricas y dimensiones se ajustarán a la Norma UNE 21538-1, siendo estas las siguientes:

Potencia asignada (kVA)* ⁽²⁾		160	250	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500		
Tensión primaria asignada (kV)		20 o 13,2/20 o 15/20													
Nivel de aislamiento asignado (kV)		24													
Tensión secundaria en vacío (V)		420													
Grupo de conexión		Dyn 11													
Pérdidas (W)	en vacío	650	880	1.030	1.200	1.400	1.650	2.000	2.300	2.800	3.100	4.000	5.000		
Debidas a la carga	a 75 °C	2.350	3.300	4.000	4.800	5.700	6.800	8.200	9.600	11.400	14.000	17.400	20.000		
	a 120 °C	2.700	3.800	4.600	5.500	6.500	7.800	9.400	11.000	13.100	16.000	20.000	23.000		
Tensión de cortocircuito (%)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
Corriente de vacío (%)		2,3	2	1,8	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1		
Corriente transitoria de conexión	le/In valor de cresta	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10	10	9,5	9,5		
	Constante de tiempo	0,13	0,18	0,2	0,25	0,25	0,26	0,3	0,3	0,35	0,4	0,4	0,5		
Caída de tensión a plena carga (%)															
Rendimiento (%)	Carga 100%	Cos φ = 1	a 75 °C	1,64	1,49	1,44	1,37	1,31	1,25	1,20	1,14	1,09	1,05	1,05	0,98
			a 120 °C	1,85	1,69	1,63	1,55	1,47	1,41	1,35	1,27	1,22	1,18	1,18	1,10
		Cos φ = 0,8	a 75 °C	4,74	4,64	4,61	4,57	4,53	4,49	4,45	4,41	4,38	4,35	4,35	4,30
			a 120 °C	4,87	4,77	4,73	4,68	4,63	4,59	4,55	4,50	4,47	4,44	4,44	4,38
	Carga 75%	Cos φ = 1	a 75 °C	98,16	98,355	98,428	98,522	98,6	98,676	98,741	98,824	98,877	98,943	98,941	99,01
			a 120 °C	97,95	98,16	98,24	98,35	98,44	98,52	98,60	98,69	98,74	98,82	98,81	98,89
		Cos φ = 0,8	a 75 °C	97,71	97,95	98,04	98,16	98,26	98,35	98,43	98,53	98,60	98,68	98,68	98,77
			a 120 °C	97,45	97,71	97,81	97,95	98,06	98,16	98,25	98,36	98,43	98,53	98,52	98,62
Ruido ⁽³⁾	Potencia acústica Lwa	a 75 °C	62	65	67	68	69	70	72	73	75	76	78	81	
		a 120 °C	60	63	65	66	67	68	69	70	71	72	73	75	
		dB (A)	50	53	55	51	56	57	59	60	61	62	63	66	
		Presión acústica Lpa a 1 metro	50	53	55	51	56	57	59	60	61	62	63	66	

Tabla 8. Características eléctricas del transformador seco clase F gama Trihal

Sus principales características eléctricas como vemos en la figura anterior son por tanto:

- Potencia nominal..... 800 kVA
- Tensión nominal Primaria.....15 kV
- Tensión nominal Secundaria en vacío.....420V
- Grupo Conexión..... Dy11n
- Frecuencia..... 50 Hz
- Tensión de cortocircuito..... 6%
- Regulación en el primario..... +/-2,5 %, +/-5%
- Nivel de aislamiento asignado.....24 kV

5.3.2. Dispositivo térmico de protección

La protección del transformador seco encapsulado trihal contra calentamientos nocivos, puede estar asegurada por el control de la temperatura de los bobinados, con la

ayuda de un dispositivo de protección térmica compuesto por:

- SONDAS PT100

La característica principal de una sonda PT100 es que proporciona la temperatura en tiempo real y gradualmente de 0 oC a 200 oC.

El control de la temperatura y su visualización se realizan a través de un termómetro digital.

Las tres sondas, compuestas cada una por un conductor blanco y dos rojos, están instaladas dentro de la parte activa del transformador Trihal a razón de una por fase.

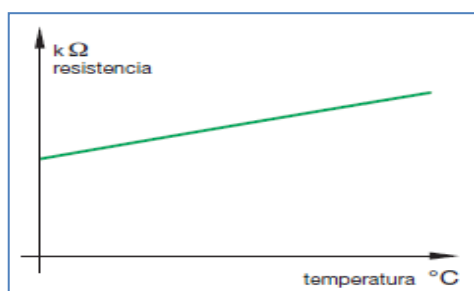


Figura 12. Curva esquemática característica de una sonda PT100

- BORNERO DE CONEXIÓN

Un bornero de conexión de las sondas PT100 al termómetro digital T. El bornero está equipado con un conector desenchufable. Las sondas PT100 se suministran conectadas al bornero fijado en la parte superior del transformador.

- TERMÓMETRO DIGITAL T

Un termómetro digital T caracterizado por tres circuitos independientes. Dos de los circuitos controlan la temperatura captada por las sondas PT100, uno para la alarma uno y otro para la alarma dos.

Cuando la temperatura alcanza 140 oC (o 150 oC), la información de la alarma uno es tratada mediante dos relés de salida independientes equipados con contactos inversores.

La posición de estos relés es señalada mediante dos diodos (LED). El tercer circuito controla el fallo de las sondas o el corte de la alimentación eléctrica. El relé correspondiente (FAULT), independiente y equipado con contactos inversores, los aísla instantáneamente de la alimentación del aparato. Su posición también se indica a través de un diodo LED.



Figura 13. Termómetro digital T

Una salida FAN está destinada a controlar el arranque de los ventiladores tangenciales en caso de ventilación forzada del transformador (AF). Una entrada adicional (CH4) puede recibir una sonda externa al transformador destinada a medir la temperatura ambiente del centro de transformación. Una salida serie RS 232 o RS 485 o analógica 4-20 mA, puede disponer en opción para autómatas u ordenador.

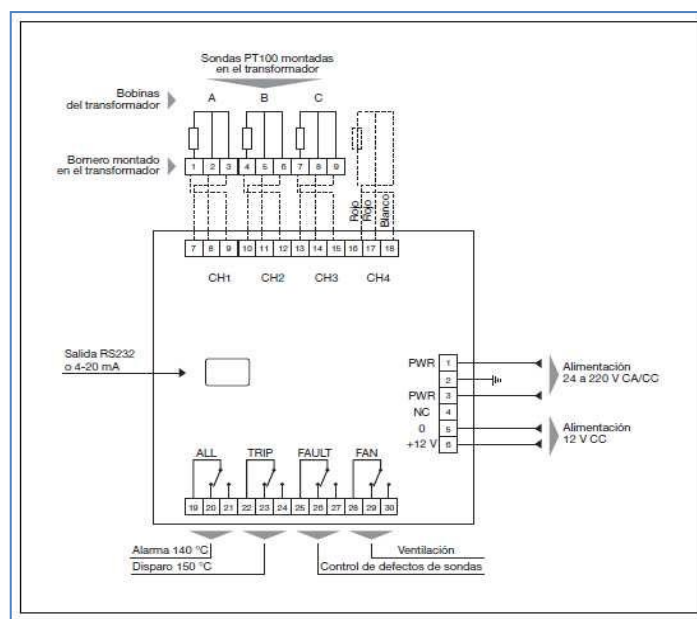


Figura 14. Esquema funcionamiento Termómetro digital T

5.3.3. Conexiones al transformador

5.3.3.1. Conexión en el lado de alta tensión

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

5.3.3.2. Conexión en el lado de baja tensión

Interfaz de conexión específico unión H404 tipo 7 de calibre 5.000A para conexionado directo mediante Canalización Eléctrica Prefabricada de calibre 4000A. Dicha conexión entre Transformador y Canalización Eléctrica Prefabricada estará probada y cualificada en las condiciones normales de utilización a efectos de calentamientos y corrientes de cortocircuito.

5.4. Suministro de energía para los servicios de emergencia (grupo electrógeno)

Según el artículo 10 del REBT, para el suministro de reserva, que es el dedicado a mantener un servicio restringido de los elementos de funcionamiento indispensables de la instalación receptora, es necesario una potencia mínima del 25 por 100 de la potencia total contratada para el suministro normal. Para este cometido se dispone en planta cubierta de grupo electrógeno modelo GESAN DVA/S 275 E LS de 273 kVA a 400V .



Figura 15. Grupo electrógeno GESAN DVA/S 275 E LS

Sus características principales son las siguientes (se podrán ver detalladamente en el ANEXO):

- Potencia emergencia: 273,7 kVA/219 kW
- Largo: 3675 mm
- Ancho: 1400 mm
- Alto: 2065 mm
- Peso: 3380 kg
- Capacidad deposito: 405 litros
- N° cilindros : 6
- Cilindrada: 7150 c.c
- Diámetro: 108 mm
- Velocidad: 1500 r.p.m

Se instalará un depósito de gasoil de uso diario de 2000 litros, este depósito de uso diario será rellenado mediante dos bombas de trasiego independientes. Además, el llenado se podrá realizar mediante cualquiera de las dos tuberías de trasiego dispuestas de forma redundante. Tras el descenso del nivel de combustible por debajo del límite marcado, se abrirá la electroválvula correspondiente al depósito a llenar y se dará la orden de marcha a la bomba designada, hasta que el combustible llegue al nivel deseado. Por motivos de seguridad, el depósito irá equipado con una válvula de sobrellenado.

El grupo incorporará un sistema de llenado automático de aceite controlado por el propio grupo electrógeno. Este sistema dispondrá de un pequeño depósito de aceite y una pequeña bomba encargada de llenar el propio cárter del grupo en caso de falta de aceite.

El equipo dispondrá de un pupitre de control independiente que realiza la regulación de los parámetros de funcionamiento del grupo, su protección y medida de los parámetros operativos (A,V,f, etc)

5.5. Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)

Su destino será alojar todos los dispositivos de seccionamiento y protección de los circuitos de llegada (transformador y grupo electrógeno) así como las salidas para líneas de acometida a cuadros secundarios (CSs) y Tomas Eléctricas.

Se dividirá en dos partes separadas con independencia ante el incendio, cada una de las cuales albergará los dispositivos de servicio normal y emergencia respectivamente.

En el cuadro general de servicio normal se ubicarán las salidas de los servicios no esenciales (alimentados exclusivamente por red normal).

En el cuadro general de servicio emergencia se ubicarán las salidas de los servicios esenciales, alimentados por el grupo electrógeno, transfiriéndose la carga de forma automática en caso de fallo de la red normal.

Se ha diseñado para disponer de un corte en ellas superior a 20 kA para todas las entradas y salidas, por ellos todos los interruptores automáticos de protección, tanto de llegada como de salida, se preverán de corte omnipolar, con relés magnetotérmicos regulados a la intensidad máxima admisible por el circuito que hayan de proteger, y tendrán un poder de corte mínimo de 20 kA a 400 V.

Su construcción corresponderá con lo indicado en el Pliego de Condiciones de este proyecto, siendo su contenido y forma de conexión el reflejado en planos de esquemas adjuntos.

En nuestro proyecto el Cuadro General de Baja Tensión será un armario metálico ABB, modelo ArTu K, con unas dimensiones de 2231x748x362 mm, 3200 A y 105 kA, construido con lámina cincada en caliente, provisto de doble puerta frontal (la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos), un índice de protección IP65, zócalo, toma de tierra estándar, incluso elementos de fijación y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente terminado.



Figura 16. Cuadro general de Baja tensión, Fabricante ABB modelo ArTu K

Dispondrán de un 20 % de reserva de espacio y su cableado se realizara con cable libre de halógenos.

5.6. Cuadros secundarios de protección de zonas en plantas (CS)

En ellos se alojarán todos los dispositivos de protección contra sobrecalentamientos, cortocircuitos y corrientes de defecto de los circuitos de distribución para puntos de luz y tomas de corriente

En este caso las envolventes proyectadas serán al igual que las del Cuadro General de Baja Tensión del fabricante ABB, modelo ArTu M, con unas dimensiones de 1796x724x250 mm, 630 A, 35 kA, construido con chapa electrocincada, provisto de doble puerta frontal (la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad, la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos), con un índice de protección de IP65, zócalo, toma de tierra estándar, incluso elementos de fijación y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente terminado.



Figura 17. Cuadro Secundario, Fabricante ABB modelo ArTu M

En su interior se alojarán los interruptores generales manuales de corte en carga para llegadas, interruptores automáticos subgenerales de bloque con Dispositivos de Disparo por corriente Residual (DDR) con sensibilidad de 30 mA como protección contra contactos indirectos, y los interruptores automáticos magnetotérmicos de

protección para los circuitos de salida destinados a la alimentación de puntos de luz y tomas de corriente.



Figura 18 .Diferencial de 2 polos, 80 A y 30 mA de sensibilidad marca Schneider Electric

Los circuitos de distribución se protegerán individualmente con interruptores automáticos magnetotérmicos de 2x10 A para el alumbrado y de 2x16 A para los de tomas de corriente normales. Las superiores a 16 A se protegerán con automáticos independientes para uso exclusivo, dimensionados a la intensidad propia de la toma.

Los interruptores automáticos que alimentan a los subcuadros serán de 2x40 A.

Todos estos interruptores automáticos serán para un poder de corte igual o superior a 6 kA y dispondrán de relé para el conductor neutro.



Figura 19. Interruptor automático magnetotérmico de 2 polos y 10 A marca Schneider Electric

Deben ser cableados con conductor flexible 0,6/1kV libre de halógenos, disponiendo de bornas de salida para la conexión de los circuitos de distribución con el cuadro. Todas las conexiones en los cuadros se han previsto con terminales a presión.

La elección de interruptores automáticos se realizará teniendo en cuenta criterios de selectividad en el disparo frente a cortocircuitos con respecto a escalones superiores de protección.

Las intensidades nominales de los interruptores automáticos serán tales, que en ningún caso superarán la máxima corriente admisible por el conductor de mínima sección por él protegido.

Todas las salidas de los interruptores automáticos, quedarán identificadas en el cuadro con la zona y locales a los que alimentan.

Su construcción corresponderá con lo indicado en el Pliego de Condiciones de este proyecto, siendo su contenido y forma de conexión el reflejado en planos de esquemas adjuntos.

Todos los cuadros dispondrán de espacio de reserva para un 20% más de salidas.

5.7. Líneas

5.7.1. Cables utilizados

Las líneas eléctricas son las encargadas de transportar la energía demandada por la instalación. Los cables comerciales a utilizar son los siguientes:

- RZ1-K (AS) :Cable de tensión asignada 0,6/1kV con conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R), y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1). Según la UNE 21.123-4. Cable libre de halógenos, en su combustión no emite sustancias tóxicas. color verde. Temperatura máxima: 90°C.
- RZ1-K (AS+): Mismas características que el RZ1-K (AS), pero con resistencia al fuego. Color naranja.
- H07Z1-K (AS) : conductor no propagador del incendio, unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, conductor de cobre clase 5 (-K), aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1)
- H07Z1-R (AS) : conductor no propagador del incendio, unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, conductor de cobre clase 2 (-R),

aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).

- H07Z1-U (AS) : conductor no propagador del incendio, unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V, conductor de cobre clase 1 (-U), aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1).

5.7.2. Líneas principales

Esta línea es la que enlazará las bornas de B.T. de transformador del CT con el interruptor automático de protección del mismo situado en el Cuadro general de Baja Tensión (CGBT), así como las procedentes del Grupo Electrónico que proporcionan alimentación al Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) para el suministro Complementario de reserva.

Su realización será en cable libre de halógenos, del fabricante Prysmian, modelo AFUMEX 1000V (AS), el cable es de Cobre electrolítico recocido, con aislamiento en polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, con cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos. Con la siguiente designación: RZ1-0,6/1 kV (AS) (según el ITC-BT-28).

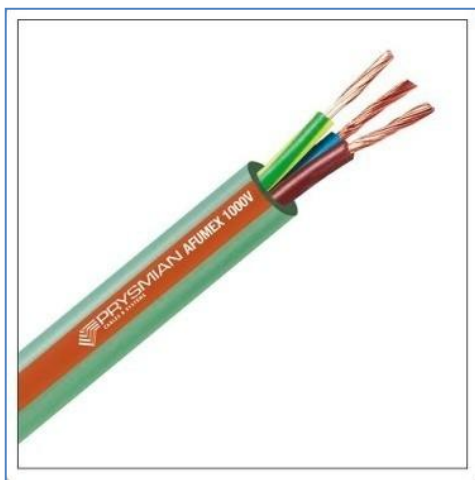


Figura 20. Cable del fabricante Prysmian, modelo AFUMEX 1000V (AS).

En la siguiente tabla, se muestran las características técnicas de cable RZ1-K (AS):

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)								
Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 25/16	0.9/0.7	22.6	1120	0.780/1.21	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0.9/0.7	26.1	1570	0.554/1.21	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1.0/0.9	30.3	2240	0.386/0.780	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1.1/0.9	34	3010	0.272/0.554	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1.1/1.0	38.7	3809	0.206/0.386	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1.2/1.1	43.5	5028	0.161/0.272	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1.4/1.1	47.4	5980	0.129/0.272	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1.6/1.1	52.7	7490	0.106/0.206	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1.7/1.2	59.3	9705	0.0801/0.161	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1.8/1.4	64.7	12145	0.0641/0.129	565	380	0,14	0,18
4 G 1.5	0.7	9.9	145	13.3	20	No permitido	26,94	21,67
4 G 2.5	0.7	11	195	7.98	26,5	No permitido	16,23	13,1
4 G 4	0.7	12.1	260	4.95	36	No permitido	10,16	8,23
4 G 6	0.7	13.5	350	3.3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0.7	16.2	540	1.91	65	58	4,06	3,34
4 G 16	0.7	19.7	810	1.21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0.9	23.8	1233	0.78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0.9	27.4	1711	0.55	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	31.7	2386	0.38	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1.1	35.7	3240	0.27	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1.1	40.0	4380	0.20	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1.2	44.0	5420	0.16	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1.4	50.0	6800	0.12	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1.6	56.5	8560	0.10	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1.7	63.5	10940	0.08	468	336	0,17	0,21
5 G 1.5	0.7	10.8	170	13.3	20	No permitido	26,94	21,67
5 G 2.5	0.7	12	230	7.98	26,5	No permitido	16,23	13,1
5 G 4	0.7	13.2	315	4.95	36	No permitido	10,16	8,23
5 G 6	0.7	14.8	420	3.3	46	44	6,87	5,59
5 G 10	0.7	17.8	660	1.91	65	58	4,06	3,34
5 G 16	0.7	21.5	990	1.21	87	75	2,56	2,13
5 G 25	0.9	25.8	1490	0.78	110	96	1,62	1,38
5 G 35	0.9	30.6	2160	0.55	137	117	1,17	1,01

Tabla 9. Características técnicas del cable RZ1-k (AS) del fabricante Prysmian

En el caso de la línea procedente del Grupo Electrógeno al CGBT se ha instalado un cable resistente al fuego (AS+), del fabricante Prysmian, modelo AFUMEX FIRS 1000V (AS+). El cable es de cobre electrolítico recocido, aislamiento de compuesto especial termoplástica de color naranja, no propagador de la llama ni incendio, libre de halógenos, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos. Con la siguiente designación: RZ1-0,6/ 1 kV (AS+) (según el ITC-BT-28).

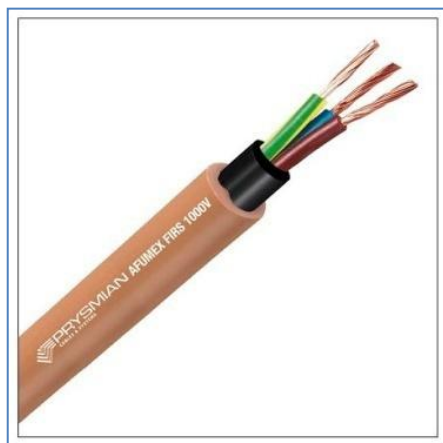


Figura 21. Cable del fabricante Prysmian, modelo Afumex Firs 1000V (AS+).

En la siguiente tabla, se muestran las características técnicas de cable RZ1-K (AS+):

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)								
Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 25/16	0.9/0.7	22.6	1120	0.780/1.21	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0.9/0.7	26.1	1570	0.554/1.21	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1.0/0.9	30.3	2240	0.386/0.780	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1.1/0.9	34	3010	0.272/0.554	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1.1/1.0	38.7	3809	0.206/0.386	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1.2/1.1	43.5	5028	0.161/0.272	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1.4/1.1	47.4	5980	0.129/0.272	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1.6/1.1	52.7	7490	0.106/0.206	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1.7/1.2	59.3	9705	0.0801/0.161	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1.8/1.4	64.7	12145	0.0641/0.129	565	380	0,14	0,18
4 G 1.5	0.7	9.9	145	13.3	20	No permitido	26,94	21,67
4 G 2.5	0.7	11	195	7.98	26,5	No permitido	16,23	13,1
4 G 4	0.7	12.1	260	4.95	36	No permitido	10,16	8,23
4 G 6	0.7	13.5	350	3.3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0.7	16.2	540	1.91	65	58	4,06	3,34
4 G 16	0.7	19.7	810	1.21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0.9	23.8	1233	0.78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0.9	27.4	1711	0.55	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	31.7	2386	0.38	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1.1	35.7	3240	0.27	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1.1	40.0	4380	0.20	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1.2	44.0	5420	0.16	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1.4	50.0	6800	0.12	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1.6	56.5	8560	0.10	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1.7	63.5	10940	0.08	468	336	0,17	0,21
5 G 1.5	0.7	10.8	170	13.3	20	No permitido	26,94	21,67
5 G 2.5	0.7	12	230	7.98	26,5	No permitido	16,23	13,1
5 G 4	0.7	13.2	315	4.95	36	No permitido	10,16	8,23
5 G 6	0.7	14.8	420	3.3	46	44	6,87	5,59
5 G 10	0.7	17.8	660	1.91	65	58	4,06	3,34
5 G 16	0.7	21.5	990	1.21	87	75	2,56	2,13
5 G 25	0.9	25.8	1490	0.78	110	96	1,62	1,38
5 G 35	0.9	30.6	2160	0.55	137	117	1,17	1,01

Tabla 10. Características del cable RZ1-K (AS +) del fabricante Prysmian

Las secciones de los conductores serán capaces de soportar sin sobrecalentamiento la potencia instalada, la potencia de cortocircuito sin superar los 250°C en el tiempo de corte del interruptor automático que las protege, y no superar

caídas de tensión que sobrepasen los permitidos por el Reglamento vigente. Por lo general los circuitos se formarán con cables unipolares agrupados en ternas, o tetrapolares.

La instalación será al aire sobre bandeja ventilada o grapados al paramento por encima de falsos techos. En el caso de utilizar bandeja, irán clasificados por ternas con el neutro al centro y separadas las ternas entre sí dos veces el diámetro del cable unipolar que lo forma. Las bandejas sólo llevarán una capa de cables y estos irán atados a ellas (abrazados por ternas) con bridas de poliamida.

Las bandejas metálicas irán puestas a tierra en todo su recorrido.

Para la conexión de los cables a las bornas de interruptores, se utilizarán terminales metálicos, que se unirán a los cables por presión mediante útil hexagonal que garantice una perfecta conexión sin reducción aparente de la sección.

En el interior de los cuadros, estos cables se fijarán al bastidor de los mismos a fin de liberar a las conexiones de tensiones mecánicas.

Los circuitos quedarán identificados mediante etiquetas donde vendrá indicado su destino, cuadro de procedencia, interruptor que le protege y características propias del cable.

5.7.3. Líneas de derivación a cuadros secundarios

Estarán destinadas a enlazar los interruptores automáticos de salida del CGBT (ya sea para servicio normal o de emergencia) con los cuadros secundarios de zona (CS).

Los cables previstos serán en cobre, y su instalación será en bandeja metálica perforada sin tapa y puesta a tierra, o grapados al paramento en falsos techos en su recorrido desde el CGBT hasta los Cuadros Secundarios (CS).

El cálculo de las secciones de los conductores se realizará para soportar sin sobrecalentamientos:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La intensidad de cortocircuito calculada en el punto de partida del circuito.

El conductor utilizado será de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, autoextinguible, bajo en emisión de humos y cero halógenos, correspondiendo con la designación RZ1-0,6/1 kV (AS) para los servicios generales y RZ1-0,6/1 kV (AS+) para los servicios de emergencia, siendo los mismos modelos de Prysmian antes descritos.

La caída de tensión máxima para la potencia de plena carga no deberá superar lo indicado en el reglamento Vigente.

5.7.4. Distribuciones en plantas

Comprenderá la realización, a partir de las bornas de salida de los Cuadros Secundarios (CSs), en el caso de zonas comunes, de puntos de luz, de las tomas de corriente para usos varios, tomas de corriente para usos informáticos y distribuciones para aulas y despachos, y todo ello según los detalles reflejados en planos de planta y esquemas de cuadros.

Los circuitos y elementos de protección para la instalación son reflejados en los esquemas de cuadros, donde han quedado indicadas las secciones, el tipo de protección y la potencia máxima prevista de consumo.

La realización de los circuitos será por lo general en tubo PVC flexible no propagadores reforzado para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos. Cuando la instalación deba ser vista, se realizará con tubo de acero o PVC rígido no propagador para curvar en caliente. Para la fijación del tubo de PVC flexible reforzado se utilizarán bridas de cremallera tipo UNEX o equivalente. Para el tubo de acero o PVC rígido se utilizará en todos los casos abrazadera metálica adecuada al diámetro del tubo.

Los conductores previstos para esta instalación son de cobre aislamiento V-750, del fabricante Prysmian, modelo Afumex Plus 750 V (AS), bajo nivel en la emisión de humos y cero halógenos, designación H07Z1-U (AS) y H07Z1-R (AS). Los cables serán de hilo rígido y en caso de utilizarse cable H07Z1-K (AS), sus conexiones se realizarán en todos los casos con terminales de presión.



Figura 22. Cable del fabricante Prysmian, modelo Afumex Plus 750V.

En la tabla siguiente se muestra las características técnicas:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)							
Sección nominal mm ²	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 0,5	0,6	2,1	9	39	-	85,79	68,76
1 x 0,75	0,6	2,3	11	26,5	-	58,39	46,83
1 x 1	0,6	2,8	14	19,5	-	43,13	34,62
1 x 1,5	0,7	3,4	20	13,3	15	28,84	23,22
1 x 2,5	0,8	4,1	32	7,98	21	17,66	14,25
1 x 4	0,8	4,8	46	4,95	27	10,99	8,91
1 x 6	0,8	5,3	65	3,30	36	7,34	5,99
1 x 10	1,0	6,8	111	1,91	50	4,36	3,59
1 x 16	1,0	8,1	164	1,21	66	2,74	2,29
1 x 25	1,2	10,2	255	0,78	84	1,73	1,48
1 x 35	1,2	11,7	351	0,554	104	1,25	1,09
1 x 50	1,4	13,9	520	0,386	125	0,92	0,84
1 x 70	1,4	16	700	0,272	160	0,64	0,61
1 x 95	1,6	18,2	920	0,206	194	0,46	0,46
1 x 120	1,6	20,2	1130	0,161	225	0,36	0,38
1 x 150	1,8	22,5	1410	0,127	260	0,29	0,33
1 x 185	2,0	20,6	1770	0,106	297	0,26	0,28
1 x 240	2,2	28,4	2300	0,0801	350	0,18	0,24

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.
→ PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6.
(2) Instalación monofásica (para trifásica dividir por 1,15).

Tabla 11. Características técnicas del cable H07Z1 - R (AS) de la marca Afumex

El tamaño de cajas de registro será adecuado al número y diámetro de los tubos a alojar, debiéndose utilizar cajas Manile o serie Plexo de Legrand en canalizaciones vistas.

Las cajas de registro elegidas son las cajas de estancas Plexo IP 55- IK 07 con cierre de ¼ de vuelta.

Son cajas de poliestireno con tapas de polietileno, color gris RAL 7035, cuya temperatura de utilización va desde los -25° C hasta los 40° C, y autoextinguible.

Las entradas de los cables y tubos irán por los conos multidiámetro, con indicaciones de diámetros y numeradas para facilitar el reconocimiento de las líneas.

Poseen tapas de protección clase II para los tornillos de fijación mural y un cierre de ¼ de vuelta, imperdible y precintable asegurando el cierre de la tapa con señales de posición 0 y 1.



Figura 23. Caja de registro PLEXO IP-55 IK-07 del fabricante Legrand

Los mecanismos a instalar serán como mínimo de 10 A en interruptores y de 16 A para tomas de corriente.

Las tomas eléctricas no previstas con mecanismo, se dejarán en una caja de registro provista de bornas de conexión.

Los colores de los conductores corresponderán con el código establecido en el R.E.B.T (según el ITC-BT-19, apartado 2.2.4). Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores Marrón (para la fase “L1”), Gris (para la fase “L2”) y Negro (para la fase “L3”). Cuando por el tipo de conductor a utilizar (cables manguera) no se pueda guardar rigurosamente este código y norma, las puntas de los cables deberán ser señalizadas con el color aquí establecido.

Todos los cuadros de protección para zonas en plantas, además de los sistemas de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos definidos anteriormente, dispondrán de interruptores automáticos con bloque de disparo diferencial para la protección contra contactos indirectos por fuga de corriente a tierra. La sensibilidad de todos ellos será de 30 mA, de no indicarse lo contrario.

Para el alumbrado especial destinado a emergencia y señalización se utilizarán circuitos de distribución independientes del alumbrado normal (en canalizaciones también independientes), alimentados directamente desde los cuadros de protección en zonas de plantas.

El cable de protección será de mayor sección que las fases e irá por canalización propia acompañando a las de los activos, compartiendo con ellos las cajas de registro. Únicamente su sección será igual a la de la fase y acompañará a los activos dentro de la misma canalización, en el tramo de derivación individual que alimenta la toma eléctrica o punto de luz. La sección mínima del conductor de protección cuando va en canalización propia será de 6 mm^2 . Con esta forma de instalación se consigue un nivel muy bajo de corriente de fuga a tierra permanente, evitando que en periodos transitorios en la explotación de la instalación, en donde se agregan fugas debidas a las máquinas y aparatos conectados a la red, puedan producirse saltos intempestivos de interruptores diferenciales.

Las instalaciones para maquinaria de Aire Acondicionado que tengan su origen en los cuadros secundarios deberán ser realizadas con tubos de acero o plástico rígido no propagador de la llama y conductores no propagadores de incendio ni de llama y baja emisión de humos (AS) de 750 o 1000 Voltios, cajas metálicas o de PVC con boquillas o prensaestopas.

5.8. Alumbrado de interiores

5.8.1. Alumbrado normal

Se realizará mediante diferentes tipos de luminarias, generalmente lámparas fluorescentes compactas T5 o TC-D y halógenas, las cuales están descritas más profundamente en el apartado 2.5. del capítulo de cálculos justificativos en las luminarias utilizadas como veremos posteriormente.

Para conseguir una instalación eficiente, se llevarán a cabo diferentes medidas, el equipo de encendido será del tipo electrónico cuyo consumo es prácticamente nulo, este equipo alimentará lámparas fluorescentes del tipo T5, que ofrecen la misma cantidad de luz que las tradicionalmente lámparas T8, pero con un consumo más reducido.

Tendremos en cuenta el CTE en su sección HE3, de eficiencia energética en las instalaciones de alumbrado, en ningún caso sobrepasaremos el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) establecido para este caso, este cálculo está reflejado en el apartado 2.6 del capítulo de cálculos justificativos del presente proyecto. También se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, para ello se instalarán luminarias autorregulables a lo largo de todo el perímetro exterior del edificio donde existan ventanas exteriores.

Los niveles medios de iluminación indicados por la norma UNE-EN 1264-1 para las diversas dependencias serán:

UBICACIÓN	NIVEL MEDIO DE ILUMINACIÓN
Pasillos	150 lux
Vestíbulos	250 lux
Despachos	450 lux
Vestuarios	150 lux
Gimnasio	200 lux
Aulas y sala de reuniones	300 lux
Sala de instalaciones	150 lux
Oficinas administrativas	400 lux
Comedores	200 lux

Tabla 12: Niveles de iluminación recomendados

Los valores dados en las tablas son iluminancias mantenidas por debajo de los cuales no debe caer la iluminancia media de una tarea. Estos valores tienen en cuenta aspectos psico-fisiológicos como el confort visual y el bienestar, ergonomía visual, experiencia práctica, seguridad y economía.

En la fase de diseño de un sistema de iluminación es recomendable establecer un nivel de iluminación inicial superior al Em recomendado, ya que con el tiempo el nivel de iluminación va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como a la suciedad acumulada en luminarias, techos y suelos.

En locales clasificados como técnicos las luminarias serán estancas, construidas en polyester con fibra de vidrio autoextinguible y difusor en metacrilato transparente, grado de protección mínimo IP65.

5.8.2. Alumbrado de emergencia

Este sistema permite, en cada fallo de tensión de la red, la evacuación segura y fácil del personal hacia el exterior, por las salidas dispuestas al efecto. El alumbrado de evacuación y antipánico será mediante aparatos autónomos de entrada automática por fallo en la alimentación de 220 V, cuya disposición se realizará teniendo en cuenta que toda la instalación de alumbrado en zonas comunes conmuta automáticamente al grupo electrógeno. Para ello se han dispuesto luminarias con bloques autónomos fluorescentes situados de tal manera que aseguran una iluminancia de 1 lux, como mínimo, a nivel del suelo en los recorridos de evacuación, y de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización

manual, conforme a lo indicado en la Sección SU-4 “Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada” del CTE.

Este alumbrado estará formado por una red de puntos de luz fluorescentes que llevan incorporados equipos autónomos de emergencia alimentados permanentemente de la red para su carga, en caso de falta de tensión o cuando su valor está por debajo del 70%, estos equipos se conectarán automáticamente a sus acumuladores, volviendo a su estado de reposo y carga normal, cuando la tensión vuelva a su estado nominal. La autonomía de estos equipos será como mínimo de 1 hora. Estos equipos estarán conectados al circuito correspondiente de alumbrado de la zona en que estén ubicados.

Serán con lámpara fluorescente de 8 W, cumpliendo con las normas UNE 20.392-93 y la EN-60 598-2-22.

5.9. Red de puesta a tierra y sistemas de protección contra contactos indirectos

En primer lugar, para conocer los distintos tipos de esquemas de conexión de neutro, vamos a exponerlos diferentes tipo de conexión que establece el REBT en su ITC-BT-24.

ESQUEMA TN

En este tipo de esquema todas las masas están conectadas al conductor de protección (PE), generalmente el neutro (PEN), y éste conectado a tierra en el origen (en la fuente de alimentación). El punto de alimentación puesto a tierra, por lo general, es el punto neutro. Si no existe punto neutro, o no está accesible, debe ponerse a tierra un conductor de fase. En ningún caso el conductor de fase debe servir de conductor PEN. Esta conexión directa, transforma a los defectos de aislamiento de los conductores activos con respecto a masa, en cortocircuitos fase neutro.

Dentro de este esquema se diferencia el esquema TN-C y el sistema TN-S, cuya diferencia es la existencia de un conductor de protección o si se usa el neutro como conductor de protección.

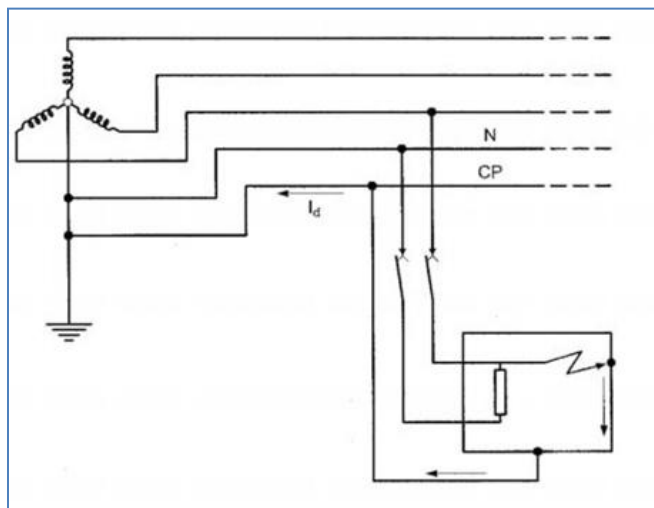


Figura 24. Esquema TN-S

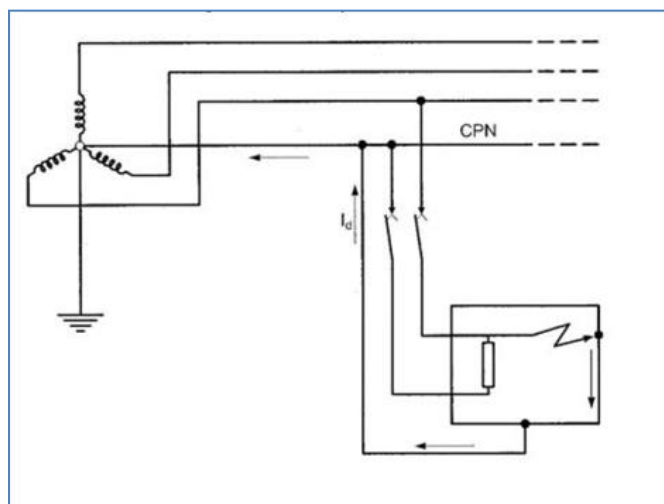


Figura 25. Esquema TN-C

ESQUEMA TT

En este tipo de esquema todas las masas destinadas a ser protegidas por un mismo dispositivo deben estar unidas a una misma puesta a tierra. Si se instalan en serie varios dispositivos de protección, este requisito se aplica por separado a todas las masas protegidas por idéntico dispositivo. El punto neutro de cada fuente de alimentación generalmente está unido a una toma de tierra distinta a la de las masas, pero puede ser la misma. La impedancia del bucle de defecto comprende muy a menudo la resistencia de dos tomas de tierra (la de la instalación RA y la de toma de tierra del punto neutro del centro de transformación RB).

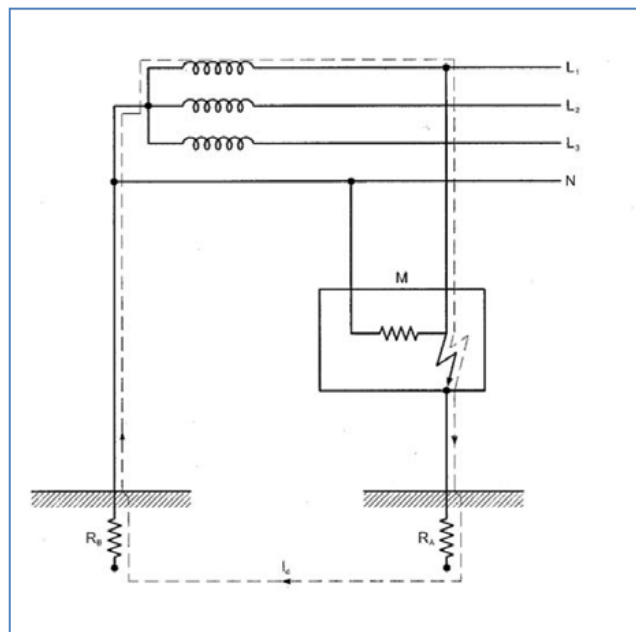


Figura 26. Esquema TT

Como complemento a la instalación de bloques diferenciales e interruptores diferenciales puros en la protección contra contactos indirectos, se instalará una red de conductores, cuyo color será amarillo-verde, que enlazará todas las partes metálicas de la instalación y las pondrá a tierra utilizando electrodos en hierro cobrizado que garanticen una resistencia a tierra igual o inferior a 8Ω . Todos los pozos donde se sitúen los electrodos quedarán perfectamente identificados y señalizados con rotulación expresa del uso a que se destinan, debiendo disponer de un puente de comprobación dentro de la arqueta para realizar las medidas periódicas de la resistencia.

Asimismo se preverá una red de puesta a tierra para la Estructura del Edificio, la cual señalaremos a continuación, realizada con cable desnudo de 50 mm^2 de sección eficaz que enlazará todos los componentes metálicos de los pilares, excepto los anexos al C.T., quedando este conductor enterrado a 0,8 m en zanja y puesto a tierra mediante electrodos en todo su recorrido. En los locales de Cuadro General B.T, fosos de Ascensores, Entrada de Agua, Pararrayos, se dejarán latiguillos para la interconexión de esta red con las independientes que constituyen las puestas a tierra de la red de Servicios.

Estas redes de puesta a tierra constituyen las de Protección en B.T., que junto a las de Protección en A.T., de Servicio y de Estructura, constituyen mediante sus interconexiones la red general de puesta a tierra.

El sistema de conexión de neutro y masas elegido es el TN-S, debido a la imposibilidad de instalar tomas de tierra separadas.

La puesta a tierra se realizará mediante picas de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14,2 mm de diámetro hincadas en el suelo dentro de arquetas registrables donde se dispondrá, para el punto de puesta a tierra, un puente de comprobación que además permitirá medir el valor de resistencia de puesta a tierra de la pica.

Todos los puntos de puesta a tierra se unirán entre si para obtener un valor de resistencia óhmica tal, que cualquier masa de la instalación no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en local o emplazamiento húmedo (conductor), o de 50 V en los demás casos, de conformidad con la ITC-BT-24.

Al utilizarse Dispositivos de Disparo por corriente Residual e interruptores diferenciales puros de 30 mA, la tensión por defecto será inferior a 24 V siempre que la resistencia global de puesta a tierra sea igual o inferior a:

$$R = \frac{24}{30 \cdot 10^{-3}} = 800 \, \Omega$$

La tensión de 50 V exigiría una resistencia igual o inferior a:

$$R = \frac{50}{30 \cdot 10^{-3}} = 1.666,6 \, \Omega$$

Se ha tenido en cuenta la instrucción ITC-BT-24 utilizando conductores activos aislados en todos los casos, así como protecciones en los cuadros y cajas de derivación, que impiden acceder directamente a las partes metálicas sometidas normalmente a tensión eléctrica.

La protección contra contactos indirectos se considera asegurada al utilizar las siguientes medidas:

- 1) Esquema de distribución propuesto TN-S.
- 2) Dispositivos de Disparo por corriente Residual e interruptor diferencial puro de defecto a tierra con sensibilidad de 30 mA en línea terminales y en los interruptores de protección de acometidas temporizados y regulables.

Para el cumplimiento de los Reglamentos de B.T. de 2002, de los ITC-BT-18, ITC-BT-24 y MIE-RAT-13 se establecerán los siguientes electrodos de puesta a tierra y

configuración UNESA 8-42:

- Electrodo para Protección de masas del C.T.
- Electrodo para Servicio de Neutro.
- Electrodo para Protección contra contactos indirectos de B.T.
- Electrodo para Pararrayos.
- Electrodo para Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio.

Sus dimensionamientos serán justificados en cada caso y todos los electrodos dispondrán de una borna de conexión en caja, con posibilidad de seccionamiento, a la que se conectarán los correspondientes conductores de Protección que los unen con las masas de C.T., neutros, masas de B.T. y Pararrayos los cuales vamos a señalar a continuación aunque anteriormente ya los hemos nombrado.

El electrodo de P. a T. del edificio dispondrá de varios latiguillos terminados en bornas situadas en cajas en: Cuarto del Cuadro General de B.T.; Zona de bajada del conducto del Pararrayos; Cuartos de Acometidas de Agua y Gas; Huecos de Ascensores y Montacargas; Cuarto de RITI.

Protección de masas en C.T.

Se realizará una red de conexionado de todas las masas del C.T. (carcasas, herrajes, neutro de los transformadores de medida) con conductor de cobre desnudo de 35 mm² que enlazará con la borna de conexión del electrodo de tierra.

Se dispondrá de un mallazo electrosoldado de 30x30 con redondo de 4 mm Ø, conectado en dos puntos el electrodo y cubierto por una capa de hormigón de 10 cm.

El electrodo se instalará dentro de la superficie ocupada por el C.T., para distanciarlo al máximo del electrodo de p.e.t. del Edificio, para que las posibles transferencias de potencial de A.T. al resto de los electrodos de p.e.t. no sea mayor de 1.000 V y en particular a la p.e.t. de Servicio de Neutros no se superen los 2.500 V que deberán tener como máximo tensión de prueba los materiales de B.T. Las tensiones de paso y contacto quedarán por debajo de los máximos admisibles.

Se procurará que la periferia del mallazo quede separada de los pilares dos metros.

Protección de masas en B.T.

Al no poderse asegurar que los electrodos de cada sistema puedan ser eléctricamente independientes, los electrodos de Masas, Neutro de Servicio, Pararrayos y Estructura del Edificio de unificarán.

La red de conductores de protección de masas de B.T. se realizará con cable de cobre según Reglamento conectando todas las masas y terminando en la caja de bornas del electrodo correspondiente.

La máxima tensión transferida al sistema de B.T. Neutro será menos de 50 V o 24 V, cuando alguna fase del sistema provoque la máxima intensidad de defecto a tierra.

Conexión de Neutros a Tierra

De acuerdo con la Normativa Vigente el neutro del sistema de B.T. debe estar puesto a tierra y para ello se establecerá una conexión con cable aislado 0,6/1 kV hasta la caja de borna del electrodo correspondiente y desde el polo neutro del transformador.

Se unirá al electrodo de protección de Masas del B.T. con lo que el sistema de explotación responderá al denominado TN.

Red de p.a.t. del Edificio

Será realizada una red de cable de cobre desnudo directamente enterrado a 0,8 m en zanja con picos de 2m 14 cm Ø y conectada mediante soldadura aluminotérmica a los hierros principales de las armaduras de los pilares. Esta red se distanciará de la superficie ocupada por el C.T. y no conectará los pilares del mismo.

Se dispondrán latiguillos hasta arquetas de conexión y caja con borna de comprobación para los locales de C.G.B.T.; Ascensores; Cuarto bombas; Cuarto de RITI; Cuartos de Agua y Gas; bajada de Pararrayos.

De esta forma podremos unificar todas las redes de protección mencionadas ante la imposibilidad de conseguirlas eléctricamente independientes.

Red de p.a.t. de Pararrayos

El captador de Descarga Atmosférica se ubicará en el centro del Edificio en posición sobresaliente del resto de elementos del mismo y se realizará una bajada con cable desnudo de 50 mm² grapado por la pared hasta la borna de conexión con el electrodo correspondiente.

Esta borna se conectará asimismo con el electrodo de p.a.t. del Edificio.

La bajada se protegerá con tubería en el recorrido en que puede quedar el alcance de la mano y se procurará separarla de superficies o cantoneras metálicas.

5.10. Instalación de pararrayos

Se preverá un pararrayos para cubrir la totalidad de la Residencia. El pararrayos será un Ingesco (con dispositivo de cebado no electrónico) modelo PDC 5.3 para un NIVEL II con mástil de 6 metros de altura y un radio de acción de 73 metros.

Su instalación responderá a las exigencias de la norma SU-8 del Código Técnico de Edificación. Este pararrayos irá instalado en la parte más alta del edificio sobre un mástil fijado a muro con piezas de anclaje en “U”.

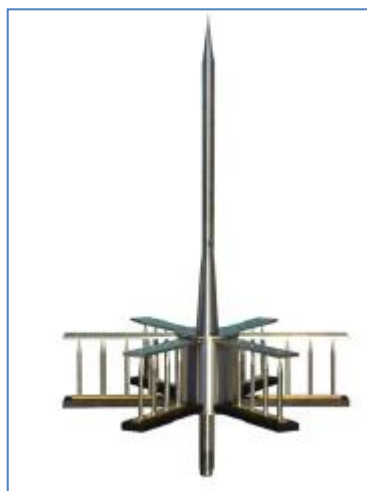


Figura 27. Pararrayos Ingesco modelo PDC 5.3

Su puesta a tierra será independiente y se realizará mediante cable desnudo de 50 mm² que enlazará la cabeza del pararrayos con los 3 electrodos de la propia puesta a

tierra, que a su vez se interconectará con la de la estructura a través de un seccionador alojado en caja aislante protectora. El sistema tendrá dos conductores de bajada que respetarán las distancias mínimas de seguridad con las masas metálicas cercanas, discuriendo estas bajadas por la fachada exterior.

5.11. Batería de condensadores

Para compensar el factor de potencia debido al consumo de energía reactiva por parte de la Instalación del Conjunto del Colegio formado por el propio transformador, por maquinaria de aire acondicionado, bombas, ascensor y otros receptores se ha previsto la instalación de una batería de condensadores con regulación automática conectada en el secundario del transformador.

Se ha previsto una batería de condensadores con escalones de regulación a 400V 50Hz con un total de 248 KVar.

Estará instalado en armario metálico independiente, protegidos con fusibles y contra armónicos, en lugar ventilado y seco (posiblemente en el mismo cuarto que los cuadros generales de red y grupo). Dispondrá de resistencias de protección, regulador tipo Rectimet alimentado desde transformador de intensidad general.

La batería está calculada para realizar una compensación de la reactiva a plena carga del transformador a fin de que el conjunto en funcionamiento tenga factor de potencia cercano a 1 y se facilite así la correcta regulación de la batería calculada para la mejora del factor de potencia del consumo de la instalación de baja tensión.

Los conductores de alimentación desde el C.G.B.T. estarán dimensionados de acuerdo con las características de la red, potencia instalada y recomendación del fabricante, su carcasa estará puesta a tierra. Tendrá resistencias de descarga que cumplan con lo exigido por la ITC-BT-48 del REBT.

En nuestro caso, hemos elegido una batería de condensadores del fabricante Circutor, modelo STD12-300-440. Las baterías de condensadores serie STD son equipos diseñados para la compensación de energía reactiva en redes donde los niveles de cargas son fluctuantes y las variaciones de potencia tienen carencia de segundos, con lo cual la maniobra ha de realizarse mediante contactores.

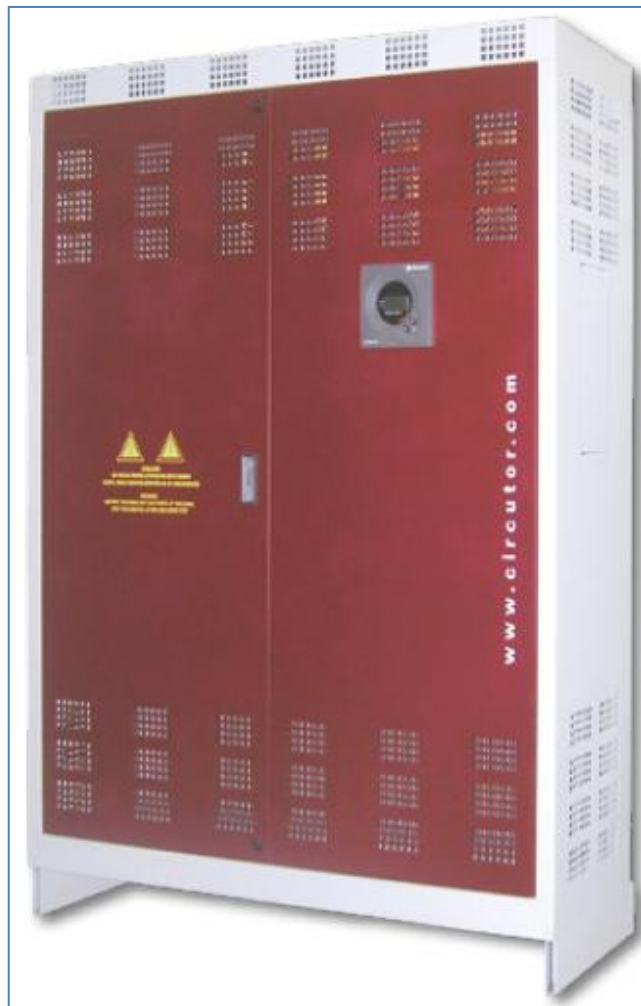


Figura 28. Batería de condensadores Circutor STD12 -300-440

Su simplicidad de instalación, sumada a la alta tecnología y robustez, hacen de la serie STD el equipo ideal para compensar las instalaciones donde los niveles de carga son fluctuantes. En la siguiente tabla podemos sus características mecánicas y eléctricas.

Características eléctricas		
Tensión de empleo		230, 400 V (otras tensiones, consultar)
Tensión de refuerzo (400 V)		440 V
Tolerancia sobre la capacidad		0, \pm 10%
Equipo formado por		<ul style="list-style-type: none"> • Condensador CLZ (excepto STD3 y STD4) • Contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida • Protección en cabecera por fusibles con alto poder de corte (APR). Serie NH-00 • Regulador de energía reactiva serie computer m con indicación digital y 6 ó 12 salidas de relé según tipo
Suplementos		<ul style="list-style-type: none"> • Interruptor manual en cabecera de batería • Interruptor automático en cabecera de batería • Interruptor automático + Protección diferencial en cabecera de batería • Unidad de ventilación forzada + termostato • Placa de policarbonato contra contactos directos • Autotransformador 400/230 V
Nivel de aislamiento		3/ 15 kV
Resistencia de descarga		75 V / 3 minutos
Sobrecarga		1,3 veces la corriente nominal en permanencia
Sobretensión		<ul style="list-style-type: none"> • 10% 8 sobre 24 horas • 15% hasta 15 minutos sobre 24 horas • 20% hasta 5 minutos sobre 24 horas • 30% hasta 1 minutos sobre 24 horas
Tensión maniobra contactores		230 V
Condiciones ambientales		
Temperatura clase D	Media diaria	45 °C
	Media anual	35 °C
	Máxima	50 °C
	Mínima	-25 °C
Humedad		80% HR
Altitud		2 000 m
Características mecánicas		
Grado protección		IP 21
Color		RAL 7035 Gris RAL 3005 Granate
Condiciones de montaje		
Tipo montaje		Vertical
Ventilación		Natural ó forzada según opciones
Distancia entre condensadores		Mínimo 2 cm
Normas		
CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560		

Tabla 13. Características eléctricas y mecánicas de la batería de condensadores

kvar 440 V	400 V	Composición	Interruptor (A) opcional	Sección cable (mm ²)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
195	161	(15 + (6 x 30))	400	150	117	1180 x 1340 x 360	STD12-195-440	R3R700
210	173	(7 x 30)	400	185	119	1180 x 1340 x 360	STD12-210-440	R3R701
225	186	(15 + (7 x 30))	400	185	121	1180 x 1340 x 360	STD12-225-440	R3R702
240	198	(8 x 30)	630	185	124	1180 x 1340 x 360	STD12-240-440	R3R703
255	210	(15 + (8 x 30))	630	240	127	1180 x 1340 x 360	STD12-255-440	R3R704
270	223	(9 x 30)	630	240	130	1180 x 1340 x 360	STD12-270-440	R3R705
285	235	(15 + (9 x 30))	630	240	133	1180 x 1340 x 360	STD12-285-440	R3R706
300	248	(10 x 30)	630	240	136	1180 x 1340 x 360	STD12-300-440	R3R707
315	260	(15 + (10 x 30))	630	240	139	1180 x 1340 x 360	STD12-315-440	R3R708
330	273	(11 x 30)	630	2x150	142	1180 x 1340 x 360	STD12-330-440	R3R709
345	285	(15 + (11 x 30))	800	2x150	145	1180 x 1340 x 360	STD12-345-440	R3R710
360	298	(12 x 30)	800	2x150	155	1180 x 1340 x 360	STD12-360-440	R3R711

Tabla 14. Composición y medidas de la batería de condensadores

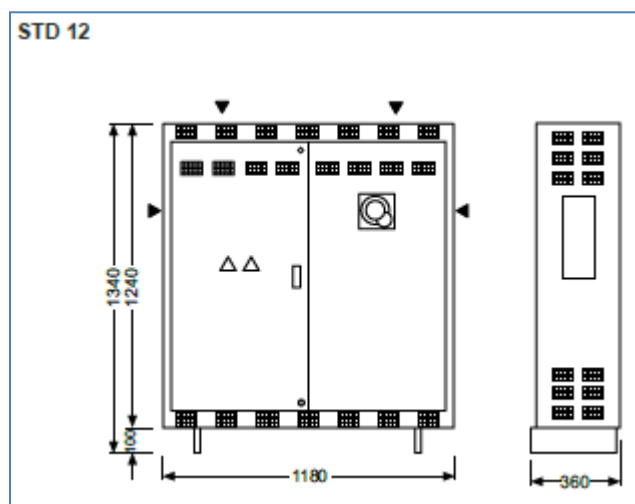


Figura 28. Medidas de la batería de condensadores

CÁLCULOS

JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN.....	64
1.1. Intensidades a plena carga.....	64
1.1.1. Intensidad en el lado de alta tensión.....	64
1.1.2. Intensidad en el lado de baja tensión.....	64
1.2. Intensidades de cortocircuito.....	65
1.2.1. Cortocircuito de Alta tensión.....	65
1.2.2. Cortocircuito en Baja Tensión.....	66
1.3. Ventilación del transformador.....	66
1.4. Puesta a tierra de la red de Alta Tensión.....	68
1.4.1. PAT de protección.....	68
1.4.2. PAT servicio.....	69
1.4.3. Cálculos.....	69
2. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	72
2.1. Método de cálculo empleado.....	72
2.2. Hoja de cálculo.....	78
2.3. Interpretación de la hoja de cálculo.....	79
2.4. Red de puesta a tierra de baja tensión.....	86
2.4.1. Red de puesta a tierra de la estructura del edificio.....	86
2.4.2. Tierra de protección del neutro del transformador.....	86
2.5. Cálculos lumínicos.....	86
2.6. Eficiencia luminosa.....	114
3. PARARRAYOS.....	116
3.1. Procedimiento de verificación.....	116
3.2. Tipo de instalación exigida.....	118
3.3. Cálculo del pararrayos.....	119
3.3.1. Cálculo de la frecuencia esperada de impactos N_e	119
3.3.2. Cálculo del riesgo admisible N_a	119
3.3.3. Tipo de instalación.....	120
3.3.3.1. Eficiencia requerida.....	120
3.3.3.2. Nivel de protección.....	121
3.4. Pararrayos recomendado.....	121
4. CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES.....	122

1. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

1.1. Intensidades a plena carga

1.1.1. Intensidad en el lado de alta tensión

La expresión que define la intensidad a plena carga en el lado de Alta Tensión del transformador es la siguiente:

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} U_1}$$

Siendo:

- I_1 : Intensidad a plena carga en el primario del transformador [A]
- S : potencia aparente nominal del transformador [kVA]
- U_1 : Tensión nominal en el primario del transformador [kV]

Resolviendo:

$$I_1 = \frac{800}{\sqrt{3} 15} = 30.79 \text{ A}$$

1.1.2. Intensidad en el lado de baja tensión

La expresión que define la intensidad a plena carga en el secundario del transformador es la siguiente:

$$I_2 = \frac{S - P_p}{\sqrt{3} U_2}$$

Siendo:

- I_2 : Intensidad a plena carga en el secundario del transformador [A]

- S : potencia aparente nominal del transformador[kVA]
- P_p :Potencia de pérdidas en el transformador [kW]
- U_2 : Tensión nominal en el secundario del transformador [kV]

Resolviendo:

$$I_2 = \frac{800 - 11,4}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1138,25 [A]$$

1.2. Intensidades de cortocircuito

1.2.1. Cortocircuito en Alta Tensión

Para calcular la tensión de cortocircuito necesitamos conocer la potencia de cortocircuito aguas arriba de la red, este dato nos lo proporciona la compañía eléctrica, en este caso nos ha facilitado una potencia de 500 MVA.

La expresión que define la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión del transformador es la siguiente:

$$I_{1cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_1}$$

Siendo:

- I_{1cc} : Intensidad de cortocircuito en el primario del transformador[kA]
- S_{cc} :Potencia de cortocircuito de la red [MVA]
- U_1 :Tensión nominal en el primario del transformador [kV]

Resolviendo:

$$I_{1cc} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 15} = 19,24kA$$

1.2.2. Cortocircuito en Baja Tensión

La expresión que define la intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión del transformador es la siguiente:

$$I_{2cc} = \frac{100 \cdot S_T}{\sqrt{3} \cdot U_{cc} \cdot U_2}$$

Siendo:

- I_{2cc} : Intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador [A]
- S_T : Potencia nominal del transformador [kVA]
- U_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador [%]
- U_2 : Tensión nominal en el secundario del transformador [V]

Resolviendo:

$$I_{2cc} = \frac{100 \cdot 800}{\sqrt{3} \cdot 6 \cdot 400} = 19,24kA$$

1.3. Ventilación del transformador

Consiste en la determinación de la altura y las secciones de los orificios de ventilación.

La ventilación del local o de la envolvente tiene por objeto disipar por convección natural o forzada las calorías producidas por las pérdidas totales del transformador en funcionamiento.

Una correcta ventilación se consigue con un orificio de entrada de aire fresco y limpio de sección S en la parte inferior del local y de un orificio de salida de aire S'

situado en la parte superior, en la pared opuesta del local y a una altura H del orificio de entrada, como vemos en la siguiente figura:

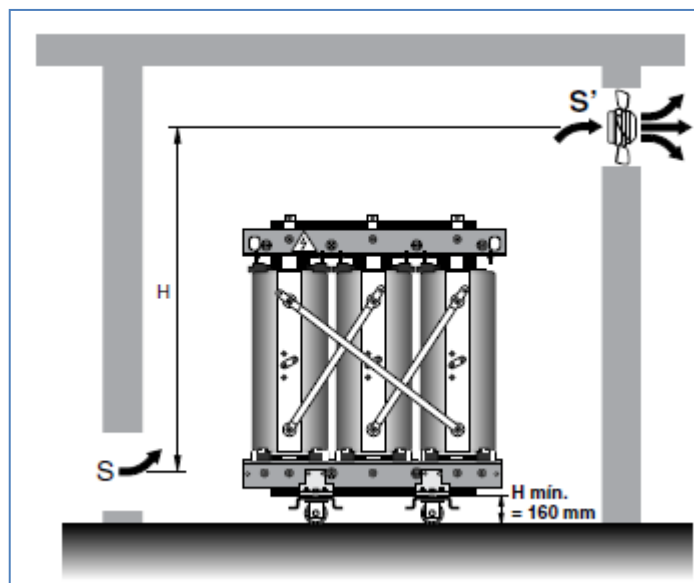


Figura 29. Ventilación del transformador

Para garantizar una ventilación eficaz del transformador mediante una circulación de aire suficiente, es obligatorio mantener una altura mínima de 150 mm bajo la parte inferior en tensión, colocando las ruedas del transformador o en su defecto una altura equivalente. Debe observarse que una circulación de aire restringida conlleva una reducción de la potencia nominal del transformador.

La ventilación forzada, es necesaria en caso de locales pequeños, mal ventilados, que tengan una temperatura media superior a 20°C o en caso de sobrecargas frecuentes del transformador.

El ventilador se puede controlar con termostato y funcionará como extractor, en la parte superior del local.

Debido a la mala ventilación del lugar en el cual está ubicado nuestro transformador, se ha optado por un sistema de ventilación forzada. Para calcular el caudal de aire necesario para la ventilación a 20°C se utilizará la siguiente expresión:

$$Q = P \cdot 0,1$$

Donde:

- Q = Caudal del aire necesario para la ventilación expresado en m^3/seg
- P = Suma de las pérdidas en vacío y en carga del transformador a 120 °C expresada en kW (tabla características transformador)

Sustituyendo, obtenemos el caudal necesario:

$$Q = 11,4 \cdot 0,1 = 1,14 \text{ m}^3/\text{seg}$$

1.4. Puesta a tierra de la red de Alta Tensión

En este apartado se calcularán los sistemas de puesta a tierra de nuestro centro de transformación según el reglamento de alta tensión en su apartado MIE-RAT-13, donde se establecen los criterios de instalación para la seguridad de las personas.

La configuración de los electrodos de tierra se ha hecho conforme a las tablas elaboradas por UNESA de configuraciones tipo.

En la instalación de puesta a tierra de Alta Tensión podemos distinguir dos tipos, la de protección y la de servicio, definidas a continuación.

Según los estudios realizados sobre el terreno, la resistividad de este tiene un valor de aproximadamente $\rho=200 \Omega \cdot \text{m}$

Se ha tomado una intensidad de defecto de 500 A, dato que debe ser confirmado por la compañía eléctrica.

1.4.1. PAT de protección

A esta malla se conectarán todas las partes metálicas accesibles que puedan conectarse accidentalmente a partes conductoras activas de la instalación, como pueden ser chasis, bastidores, envolventes metálicas, carcasas de los transformadores o neutro del transformador.

Para la tierra de protección utilizaremos la siguiente configuración obtenida a través de las tablas del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", de UNESA.

Existen tres configuraciones de electrodos:

- Bucle rectangular de conductor de cobre desnudo de sección 50 mm², sin picas

- Bucle rectangular con 4/8 picas de diámetro 14 mm y longitudinales de 2,4,6 u 8 m.
- Electrodo longitudinal con 2, 3,4,6 u 8 picas alineadas.

En nuestro caso, los parámetros característicos de los electrodos (código de la configuración 40-30/5/42) son:

- Dimensiones : 4x3m
- Sección del conductor[s]: 50 mm²
- Diámetro de las picas [D] : 14mm
- Longitud de la pica [Lp] : 2 m
- Profundidad de instalación [P]: 0,8 m
- Resistencia[Kr]: 0,095($\Omega/\Omega\text{m}$)
- Tensión de paso [Kp]: 0,0160($\text{V}/\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{A}$)

1.4.2. PAT servicio

A esta malla de conectará el neutro del transformador.

En este caso utilizaremos la misma configuración que para la puesta a tierra de protección.

1.4.3. Cálculos

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

El valor de la resistencia de puesta a tierra deberá ser inferior a 37 Ω según las recomendaciones de UNESA.

El valor de la resistencia de puesta a tierra está definido por la siguiente expresión:

$$R_{PAT} = \rho \cdot Kr = 200 \cdot 0,095 = 19\Omega$$

Siendo:

- R_{PAT} : Resistencia de puesta a tierra [Ω]
- ρ : Resistividad del terreno [$\Omega \cdot m$]
- Kr : Resistencia de los electrodos [$\Omega / \Omega \cdot m$]

La tensión de contacto máxima aplicada será:

$$V_{cadm} = \frac{K}{t^N} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho}{1000} \right) = \frac{72}{0,8^1} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot 240}{1000} \right) = 122,4V$$

Siendo:

- V_{cadm} : Tensión de contacto máxima [V]
- K : Constante
- t : Tiempo de despeje de falta [$\Omega / \Omega \cdot m$]
- N : Constante
- ρ : Resistividad del terreno [$\Omega \cdot m$]

Los valores de la tensión de paso máxima admisible serán:

➤ Tensión de paso exterior:

$$V_{padm} = \frac{10 \cdot K}{t^N} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right) = \frac{10 \cdot 72}{0,8^1} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 200}{1000} \right) = 1980V$$

➤ Tensión de paso al acceso:

$$V_{Padm} = \frac{10 \cdot K}{t^N} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho' + 3 \cdot \rho}{1000} \right) =$$

$$= \frac{10 \cdot 72}{0,8^1} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 3000 + 3 \cdot 200}{1000} \right) = 9540V$$

Siendo:

- V_{Padm} : Tensión de paso máxima [V]
- K : Constante
- N : Constante
- ρ : Resistividad del terreno [$\Omega \cdot m$]
- ρ' : Resistividad del hormigón [$\Omega \cdot m$]
- t : Tiempo de despeje de falta [$\Omega / \Omega \cdot m$]

Comprobamos que los valores están dentro de los límites marcados por el reglamento:

➤ En el exterior:

$$V_{Padm} = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0,0160 \cdot 200 \cdot 500 = 1600V$$

$$1600V < 1980V$$

➤ En el acceso:

$$V_{Padm} = V_D = R_{PAT} \cdot I_d = 19 \cdot 500 = 9500V$$

$$9500V < 9540V$$

2. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

2.1. Método de cálculo empleado

El método de cálculo utilizado corresponde a una acometida para el abonado en Alta tensión, corriente alterna 50 Hz, con una potencia de cortocircuito previsible de 500 MVA a la tensión de 15kV.

El dimensionamiento de los conductores debe estudiarse a partir de los siguientes criterios:

- Criterio de la corriente máxima admisible por el conductor.
 - Criterio de la máxima caída de tensión acumulada.
 - Criterio de la intensidad de cortocircuito.
- CRITERIO DE LA CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLES POR EL CONDUCTOR

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. En la siguiente tabla, obtenida de la ITC-BT-07 se recogen las temperaturas máximas, en °C asignadas a los distintos tipos de conductores.

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
Policloruro de vinilo (PVC) $S \leq 300 \text{ mm}^2$ $S > 300 \text{ mm}^2$	70	160
	70	140
Polietileno reticulado (XLPE)	90	250
Etileno Propileno (EPR)	90	250

Tabla 15. Temperaturas máximas admisibles para cables aislamiento seco

- **CRITERIO DE LA MAXIMA CAIDA DE TENSION ACUMULADA**

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y el extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

Las caídas de tensión admisibles según el REBT para instalaciones que sean alimentadas desde alta tensión y que posean ellas su propio centro de transformación, según ITC-BT 19, entre las bornas de baja tensión, y el punto final donde termina la línea, son del 4,5 % para alumbrado y 6,5 % para los demás usos.

- **CRITERIO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO**

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobre intensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160 °C para cables con aislamientos termoplásticos y de 250 °C para cables con aislamientos termoestables.

Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

Las fórmulas aplicadas para la acometida en Alta Tensión y para los transformadores de potencia han sido deducidas del diagrama del transformador reducido al secundario, por ello están en función de la tensión secundaria entre fases U₂.

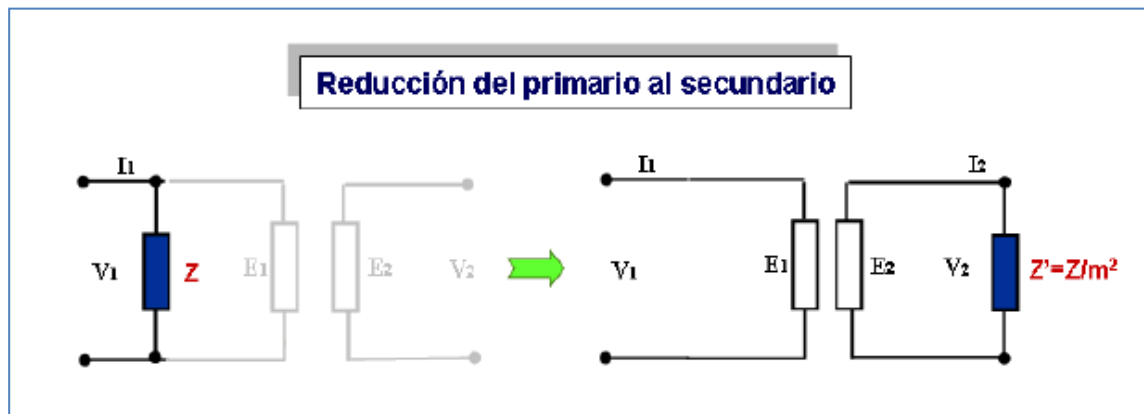


Figura 30. Reducción del primario al secundario de un transformador

La reducción del primario al secundario del transformador se obtiene de la siguiente forma:

La impedancia del circuito vista desde V_2 es:

$$Z' = \frac{V_2}{I_2}$$

Por otro lado, la impedancia del circuito es:

$$Z = \frac{V_1}{I_1}$$

Entonces:

$$Z' = \frac{V_2}{I_2} = \frac{\frac{V_1}{m}}{I_2 \cdot m} = \frac{V_1}{I_1 \cdot m^2} \rightarrow Z' = \frac{Z}{m^2}$$

El formulario adjunto se representa por:

Zf2 = Impedancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).

Rf2 = Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).

Xf2 = Reactancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ($m\Omega$).

Pcc1 = Potencia de cortocircuito en la acometida de AT, dada en MVA.

U1 = Tensión compuesta de la acometida de AT, dada en kV.

U2 = Tensión compuesta del secundario (BT) de transformadores en vacío, dada en Voltios.

Pt = Potencia nominal del transformador, dada en kVA.

Vcc = Tensión de cortocircuito del transformador, dada en %.

We = Pérdidas totales en el cobre para los devanados del transformador obtenidas en el ensayo de cortocircuito, dadas en Vatios.

L = Longitud del circuito, dada en metros.

N = Número de conductores por fase que constituyen el circuito.

S = Sección del conductor utilizado para el circuito, dado en milímetros cuadrados (mm^2).

re = Resistencia específica del conductor a la temperatura de $60^\circ C$, dada en ohmios/kilómetro (Ω/km).

xe = Reactancia específica del conductor, dada en ohmios/kilómetro (Ω/km).

eR2 = Caída de tensión por fase en la resistencia óhmica bajo la intensidad de plena carga obtenida en Voltios.

eX2 = Caída de tensión por fase en la reactancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.

eZ2 = Caída de tensión por fase en la impedancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.

cosφ = Factor de potencia de la carga.

e2% = Caída de tensión por fase en %.

V₂ = Tensión simple de fase en secundario (BT) de transformadores en vacío, dada en Voltios.

V_c = Tensión simple de fase en bornas de la carga, dada en Voltios.

V_{co} = Tensión simple de fase en las bornas de BT de transformadores a plena carga, dada en Voltios, y que se toma como origen para el cálculo de las caídas de tensión.

I_{cc2} = Intensidad de cortocircuito trifásico máximo (valor eficaz), dado en kiloamperios (kA).

I = Intensidad máxima admisible por el circuito utilizado, calculada según REBT, dada en Amperios.

I₂ = Intensidad aparente por fase obtenida para la potencia instalada, dada en Amperios.

I_{c2} = Intensidad aparente por fase obtenida como de plena carga en aplicación de los coeficientes de simultaneidad, dada en Amperios.

t = Tiempo máximo que puede mantenerse el circuito utilizado en servicio, sometido a la I_{cc2} calculada para él en el punto del cortocircuito. Su valor viene dado en segundos.

FORMULARIO UTILIZADO		
1) LÍNEA ACOMETIDA ALTA TENSIÓN	2) TRANSFORMADOR POTENCIA (Pt)	3) LÍNEA DE BAJA TENSIÓN CABLE
$Zf_2 = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3}$ $Rf_2 = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \cos \varphi$ $Xf_2 = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \sin \varphi$ <p>Valores: $\cos \varphi = 0,15$ $\sin \varphi = 0,99$</p> <p>U_2 = Tensión compuesta secundario en vacío</p>	$Zf_2 = \frac{V_{cc}}{100} \times \frac{U_2^2}{P_t}$ $Rf_2 = \frac{W_c \times U_2^2}{P_t^2} \times 10^{-3}$ $Xf_2 = \sqrt{Zf_2^2 - Rf_2^2}$ <p>P_t = Potencia del transformador W_c = Pérdidas totales en el cobre del transformador V_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador</p>	$Rf_2 = r_e \times \frac{L}{N}$ $Xf_2 = X_e \times \frac{L}{N}$ $I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times Zf_2}$ <p>$X_e = 0,08$ para cables tetrapolares $X_e = 0,1$ para cables unipolares agrupados con neutro al centro $X_e = 0,15$ para cables unipolares peor agrupados</p>
CAÍDAS DE TENSIONES A PLENA CARGA	INTENSIDADES DE C.C Y TIEMPOS MÁXIMOS DE APERTURA DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DE PROTECCIÓN	CÁLCULOS DE LÍNEAS TENIENDO PRESENTE:
$\sum e_{R2} = \sum I_{c2} Rf_2 \times 10^{-3}$ $\sum e_{X2} = \sum I_{c2} Xf_2 \times 10^{-3}$ $\sum e_{Z2} = \sqrt{(\sum e_{R2})^2 + (\sum e_{X2})^2}$ $V_c = V_2 - (\sum e_{R2} \cos \varphi + \sum e_{X2} \sin \varphi)$ $e_2 \% = 100 \left(1 - \frac{V_c}{V_2}\right)$ <p>V_c = Tensión simple en la carga V_2 = Tensión simple en vacío</p> $V_2 = \frac{U_2}{\sqrt{3}}$ <p>V_{c0} = Tensión simple en las bornas de B.T. del transformador</p>	<p>INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO:</p> $I_{cc2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times Zf_2}$ <p>MÁXIMA SOLICITUD TÉRMICA ADMISIBLE POR EL CABLE:</p> <p>– Cable en el aluminio = $13,456 \times S^2$ – Cable en cobre = $30,976 \times S^2$</p> <p>TIEMPO MÁXIMO DE CORTE DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO POR ACCIÓN DE LA I_{cc2}:</p> $t = \frac{176^2 \times S^2}{I_{cc2}^2} \times 10^{-6} \text{ Para el cobre}$ $t = \frac{116^2 \times S^2}{I_{cc2}^2} \times 10^{-6} \text{ Para el aluminio}$	<ul style="list-style-type: none"> - INTENSIDADES DEL CORTOCIRCUITO - SOLICITACIÓN TÉRMICA ADMISIBLE POR EL CABLE - INTENSIDADES ADMISIBLES DE LOS CABLE - CAÍDAS DE TENSIÓN A PLENA CARGA <p>PROYECTO: Instalación eléctrica de un centro educativo REALIZADO POR: Jaime Iglesias Crespo FECHA: 10 de septiembre de 2013</p>

2.2. Hoja de cálculo

SALIDA de la Línea	LLEGADA de la Línea	BARRA	POTENCIA (W)	I (A)	Long. (m)	Mat.	I Max Adm. Línea	Protec	ΔU% Acum.	Composición de la Línea (mm ²)	Icc (kA)	T.max. (s)	S (mm ²) Tierra
1 TRAFO	C.G.B.T.	R	800.000	1.155	20	CU	1.325	1.250	0,36	3x(3x(1x240))+3x((1x240))+TT			
	C.G.B.T.								0,36		17,48		
C.G.B.T.	CS 5.0	R	40.000	58	80	CU	157	63	1,21	3x(1x70)))+(1x70)+TT	6,94	3,15	50
C.G.B.T.	CS 4.0	R	40.000	58	70	CU	123	63	1,40	4x50+TT	6,18	2,03	35
C.G.B.T.	CS-COC	G	50.000	72	70	CU	123	100	1,66	4x50+TT	6,18	2,03	35
C.G.B.T.	CS-CAM	G	20.000	29	70	CU	81	32	1,40	4x25+TT	3,59	1,51	16
C.G.B.T.	CS 4.1	R	40.000	58	70	CU	123	63	1,40	4x50+TT	6,18	2,03	35
C.G.B.T.	CS 4.2	R	40.000	58	85	CU	123	63	1,63	4x50+TT	5,31	2,74	35
C.G.B.T.	CS 4.3	R	40.000	58	110	CU	157	63	1,53	3x(1x70)))+(1x70)+TT	5,49	5,04	50
C.G.B.T.	CS-GIM	R	30.000	43	60	CU	123	50	1,03	4x50+TT	6,92	1,62	35
C.G.B.T.	CS 3.0	R	40.000	58	65	CU	123	63	1,33	4x50+TT	6,53	1,82	35
C.G.B.T.	CS 3.1	R	40.000	58	80	CU	123	63	1,55	4x50+TT	5,57	2,49	35
C.G.B.T.	CS 3.2	R	40.000	58	105	CU	157	63	1,48	3x(1x70)))+(1x70)+TT	5,69	4,69	50
C.G.B.T.	CS VEST	R	20.000	29	60	CU	81	32	1,25	4x25+TT	4,11	1,15	16
C.G.B.T.	CS POL	R	40.000	58	60	CU	123	63	1,25	4x50+TT	6,92	1,62	35
C.G.B.T.	CS 2.0	R	40.000	58	60	CU	123	63	1,25	4x50+TT	6,92	1,62	35
C.G.B.T.	CS 2.1	R	40.000	58	75	CU	123	63	1,48	4x50+TT	5,86	2,25	35
C.G.B.T.	CS 2.2	R	40.000	58	95	CU	157	63	1,37	3x(1x70)))+(1x70)+TT	6,13	4,03	50
C.G.B.T.	CS 1.0	R	30.000	43	20	CU	101	50	0,68	4x35+TT	11,00	0,31	16
C.G.B.T.	CS 1.1	R	30.000	43	45	CU	81	50	2,87	4x10+TT	2,34	0,56	10
C.G.B.T.	CS ASC1	G	10.000	14	110	CU	64	16	1,64	4x16+TT	1,56	3,27	16
C.G.B.T.	CS ASC2	G	10.000	14	120	CU	64	16	1,76	4x16+TT	1,43	3,86	16
C.G.B.T.	CS CT	G	3.000	4	80	CU	34	6	1,11	4x6+TT	0,82	1,66	6
C.G.B.T.	CS POE	G	3.000	4	80	CU	34	6	1,11	4x6+TT	0,82	1,66	6
C.G.B.T.	TE GPF	R	6.000	9	40	CU	34	10	1,11	4x6+TT	1,61	0,43	6
C.G.B.T.	CS PCI	G	12.000	17	30	CU	64	20	0,78	4x16+TT	5,12	0,30	16
C.G.B.T.	CS ALUM 1	R	15.000	22	150	CU	81	25	2,04	4x25+TT	1,77	6,21	16
C.G.B.T.	CS ALUM 2	R	15.000	22	150	CU	81	25	2,04	4x25+TT	1,77	6,21	16
C.G.B.T.	BAT. COND	R	248.000	358	40	CU	455	400	1,13	3x(1x240)))+(1x240)+TT	12,24	11,90	150
C.G.B.T.	CE AA1	R	60.000	87	40	CU	190	100	1,65	3x(1x95)))+(1x95)+TT	6,10	7,50	50
GE	C.G.B.T.	G	219.000	316	70	CU	455	400	2,14	3x(1x150)))+(1x150)+TT	0,95		95

Tabla 16. Hoja de datos

2.3. Interpretación de la hoja de cálculo

Para la interpretación de la tabla anterior, se explican a continuación cada una de las columnas que aparecen en la tabla:

- **Salida:**
Punto eléctrico desde el cual parte la línea correspondiente al cálculo.
- **Llegada:**
Punto eléctrico hasta el que llega la línea correspondiente al cálculo.
- **Barra:**
Se refiere al embarrado donde se conectará la línea de cálculo, distinguiéndose dos tipos:
 - “R”. Embarrado de Red
 - “G”. Embarrado de Grupo
- **Potencia (W) :**
Es la potencia que va a transportar la línea. Utilizándose la expresión:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

- **Intensidad (A):**
Es la intensidad total de la línea en base al consumo demandado. Utilizándose la expresión:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

P= Potencia transportada por la línea en W.

U= Tensión compuesta de la línea en V, en este caso 400V

$\cos \varphi$ = Factor de potencia de la línea

- **Longitud:**
Se refiere a la longitud total de la línea en m.
- **Material:**
Se refiere al material del conductor.

• **Intensidad Max. Adm. Línea :**

Es la intensidad máxima que podemos demandar a la línea según la tabla de “I Max. Adm” , en función del número de conductores y su naturaleza del aislamiento como vemos a continuación.

Intensidades admisibles (en A) según nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento.												
Instalación al aire. Un solo circuito a 40°C de temp. ambiente. Temperatura en el conductor de 70°C (PVC y Z1) y 90°C (XLPE y EPR).												
A	Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes.		3X PVC	2X PVC		3X XLPE EPR	2X XLPE EPR					
A2	Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes.	3X PVC	2X PVC		3X XLPE EPR	2X XLPE EPR						
B	Conductores aislados en tubos ² en montaje superficial o empotrados en obra.				3X PVC	2X PVC			3X XLPE EPR	2X XLPE EPR		
B2	Multiconductores aislados en tubos ² en montaje superficial o empotrados en obra.			3X PVC	2X PVC		3X XLPE EPR		2X XLPE EPR			
C	Cables multiconductores directamente sobre la pared ³ .					3X PVC	2X PVC		3X XLPE EPR	2X XLPE EPR		
E	Cables multiconductores al aire libre ⁴ . Distancia a la pared no inferior a 0,3 D ⁵ .						3X PVC		2X PVC	3X XLPE EPR	2X XLPE EPR	
F	Cables unipolares en contacto mutuo ⁴ . Distancia a la pared no inferior a D ⁵ .							3X PVC			3X XLPE EPR ¹	
G	Cables unipolares separados mínimo D ⁵ .									3X PVC ¹		3X XLPE EPR
Cobre	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16		18	21	24	
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22		25	29	33	
	4	20	21	23	24	27	30		34	38	45	
	6	25	27	30	32	36	37		44	49	57	
	10	34	37	40	44	50	52		60	68	76	
	16	45	49	54	59	66	70		80	91	105	
	25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
	35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
	50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
	70				149	160	171	188	202	224	244	321
	95				180	194	207	230	245	271	296	391
120				208	225	240	267	284	314	348	455	

Tabla 17. Intensidades máximas admisibles según número de conductores y su naturaleza de aislamiento

- **Protección:**

Calibre de la protección térmica correspondiente a la sección obtenida en la tabla de Intensidad máxima admisible. En todos los casos es mayor que la Intensidad y menor que la Intensidad Max admisible. Los calibres de protección normalizados a elegir son los de la siguiente tabla:

Calibre de la Protección
1
2
3
4
6
10
16
20
25
32
40
50
63
100
125
160
200
250
400
630
800
1.000
1.250
1.600
2.000
2.500
3.200
4.000
5.000
6.300

Tabla 18. Valores de los calibres de protección

- **$\Delta U\%$ Acum:**

Caída de tensión acumulada para la línea, tomando como base de tensión las bornas del secundario del transformador.

Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

La expresión que utiliza el cálculo de la caída de tensión que se produce en una línea se obtiene considerando el circuito equivalente de una línea corta (inferior a unos 50 km), mostrado en la figura siguiente.

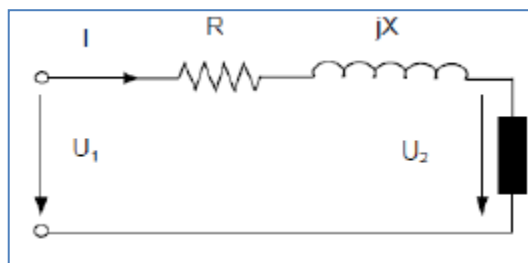


Figura 31. Circuito equivalente de una línea corta

Se suele trabajar con el inverso de la resistividad, denominado conductividad (" γ " en $m/(\Omega \cdot mm^2)$). Además se suele utilizar la letra "e" para designar a la caída de tensión de la línea en trifásico (400V) y la tensión de fase en monofásico (230V). Utilizamos las expresiones siguientes para determinar la caída de tensión:

- Para receptores monofásicos:

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

- Para receptores trifásicos:

$$e = \frac{L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Donde la conductividad se puede tomar de la siguiente tabla:

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 19. Conductividad, γ , (en $m/(\Omega \text{ mm}^2)$) para el cobre y el aluminio.

Los límites de caída de tensión reglamentarios en las instalaciones de enlace, vienen detallados en las ITC-BT-14, ITC-BT-15 e ITC-BT-19, y son los siguientes:

Parte de la instalación	Para alimentar a :	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro.	$e=\Delta U_m$	$e=\Delta U_f$
LGA: (Línea General de Alimentación)	Suministros de un único usuario	No existe LGA	--	--
	Contadores totalmente concentrados	0,5%	2 V	--
	Centralizaciones parciales de contadores	1,0%	4 V	--
DI (Derivación Individual)	Suministros de un único usuario	1,5%	6 V	3,45 V
	Contadores totalmente concentrados	1,0%	4 V	2,3 V
	Centralizaciones parciales de contadores	0,5%	2 V	1,15 V
Circuitos interiores	Circuitos interiores en viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5%	20 V	11,5 V

Tabla 20. Límites de caída de tensión reglamentarios

- **Composición:**

Indica la composición del conductor a utilizar, número y sección de los conductores de fase.

- **Icc :**

Intensidad de cortocircuito de la línea.

- **T.max.:**

Indica el Tiempo máximo que soporta la línea en cuestión la intensidad de cortocircuito. La protección magnética debe despejar el cortocircuito en un tiempo inferior a este.

El tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe de ser superior al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible.

Para los cortocircuitos de duración hasta 5 segundos, el tiempo que tarda un conductor en alcanzar la temperatura máxima admisible desde la temperatura normal de servicio se obtiene según la siguiente expresión:

$$\sqrt{t} \leq K \frac{S}{I} \Rightarrow t \leq \left(K \frac{S}{I} \right)^2$$

Siendo:

- t : Duración en segundos.
- S : Sección del conductor en mm².
- I : Corriente de cortocircuito en A.
- K : Factor que tiene en cuenta las características del cable

La constante K la obtenemos de la siguiente tabla tomada de la norma UNE20460-4-43:

	Aislamiento de los conductores							
	PVC 70°C ≤ 300 mm²	PVC 70°C > 300 mm²	PVC 90°C ≤ 300 mm²	PVC 90°C > 300 mm²	PR/EPR	Goma 60 °C	Mineral	Mineral
							Con PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C	70	70	90	90	90	60	70	105
Temperatura final °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Material del conductor								
Cobre	115	103	100	86	143	141	115 ^{*)}	135
Aluminio	76	68	66	57	94	93	-	-
Conexiones soldadas con estaño para conductores de cobre	115	-	-	-	-	-	-	-

^{*)} Este valor se debe utilizar para cables desnudos expuestos al contacto.

NOTA 1 Para duraciones muy cortas (< 0,1 s) donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de la intensidad, $k^2 S^2$ debe ser superior a la energía ($I^2 t$) que deja pasar el dispositivo de protección, indicada por el fabricante.

NOTA 2 Otros valores de k están en estudio para:

- los conductores de pequeña sección (especialmente para secciones inferiores a 10mm²);
- las duraciones de cortocircuitos superiores a 5s;
- otros tipos de conexiones en los conductores;
- los conductores desnudos.

NOTA 3 La corriente nominal del dispositivo de protección contra los cortocircuitos puede ser superior a la corriente admisible de los conductores del circuito.

NOTA 4 Los valores de esta tabla están basados en la norma UNE 211003-1.

Tabla 21. Valores de K

- **S.Tierra:**

Indica la sección del conductor de tierra. Para secciones grandes se determina en base a la sollicitación térmica.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán masas al conductor de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección aquellos conductores que unen las masas:

- Al neutro de la red
- A un relé de protección

Según la ITC-BT 18, la sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 15, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la norma UNE 20.460-5-54 apartado 543.1.1

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S_p = S$ $S_p = 16$ $S_p = S/2$

Tabla 22.Relación entre conductores de protección y fase

Si la aplicación de la tabla anterior conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

2.4. Red de puesta a tierra de baja tensión

2.4.1. Red de puesta a tierra de la estructura del edificio

Esta tierra creará una red equipotencial entre todas las partes metálicas del edificio mediante cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima de 35 mm², formando un anillo cerrado bajo la edificación. La siguiente expresión define la resistencia del electrodo en función de la longitud de cable del anillo, que tendrá un total de 300 m de longitud:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{l} = \frac{2 \cdot 200}{300} = 1,33\Omega$$

Siendo:

- R : Resistencia del electrodo [Ω]
- ρ : Resistividad del terreno [$\Omega \cdot m$]
- l : longitud de cable [m]

2.4.2. Tierra de protección del neutro del transformador

El sistema de conexión de neutro y masas elegido es el TN-S, debido a la imposibilidad de instalar tomas de tierra separadas, en este caso el reglamento especifica una serie de prescripciones especiales para la aplicación del esquema TN, en concreto la ITC-BT-08 en su apartado 2, exige que la resistencia global de tierra no supere los 2 Ω .

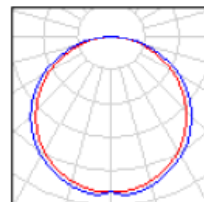
2.5. Cálculos lumínicos

Para el cálculo de la iluminación de la instalación se ha utilizado el programa de cálculo Dialux, versión 4.9.

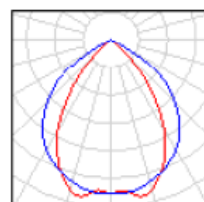
A continuación se muestra las luminarias utilizadas y los principales datos de interés de las escenas interiores más importantes para el proyecto.

Lista de luminarias

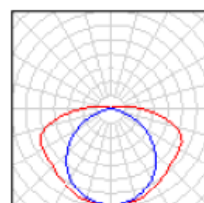
LLEDO 2981104901003 OD-2981 1T5 49W
N° de artículo: 2981104901003
Flujo luminoso de las luminarias: 4300 lm
Potencia de las luminarias: 55.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 28
Lámpara: 1 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).



LLEDO 3291301401011 OD-3291 3T5 14
N° de artículo: 3291301401011
Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm
Potencia de las luminarias: 51.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 78 100 100 100 88
Lámpara: 3 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).

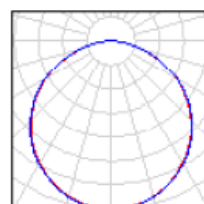


LLEDO 8553203601002 OD-8553 2TL 36 IP65
Metacrilato
N° de artículo: 8553203601002
Flujo luminoso de las luminarias: 6700 lm
Potencia de las luminarias: 72.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 94
Código CIE Flux: 37 65 87 94 69
Lámpara: 2 x TL/840 (Factor de corrección 1.000).

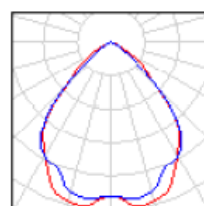
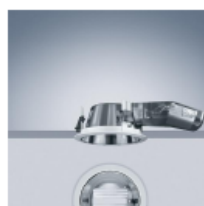


Odel-lux, Grupo Lledó Catálogo OD-3290
4T5X24W color blanco
N° de artículo: Catálogo
Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm
Potencia de las luminarias: 96.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 47 79 96 100 50
Lámpara: 4 x T5 24W (Factor de corrección 1.000).

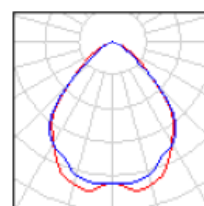
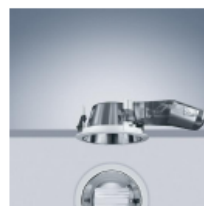
Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



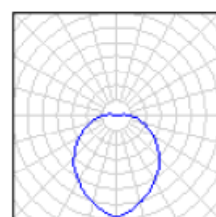
Zumtobel 60 811 056 FD1000 LF 2/18W TC-DEL
EVG 200 WH [STD]
N° de artículo: 60 811 056
Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm
Potencia de las luminarias: 37.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 76 100 100 98 67
Lámpara: 2 x TC-DEL (Factor de corrección 1.000).



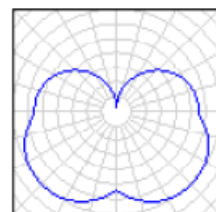
Zumtobel 60 811 060 FD1000 LF 2/26W TC-DEL
EVG 200 WH [STD]
N° de artículo: 60 811 060
Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm
Potencia de las luminarias: 51.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 76 100 100 98 61
Lámpara: 2 x TC-DEL (Factor de corrección 1.000).



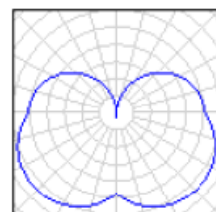
BEGA 2632 2 TC-D 26W
Nº de artículo: 2632
Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 94
Código CIE Flux: 42 70 89 95 42
Lámpara: 2 x TC-D 26W (Factor de corrección 1.000).



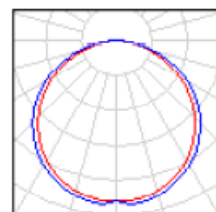
BEGA 3548 1 TC-D 18W
Nº de artículo: 3548
Flujo luminoso de las luminarias: 1200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 59
Código CIE Flux: 24 51 77 59 78
Lámpara: 1 x TC-D 18W (Factor de corrección 1.000).



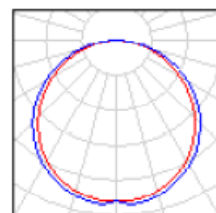
LIMBURG 8964 1 TC-TELI 26W
Nº de artículo: 8964
Flujo luminoso de las luminarias: 1800 lm
Potencia de las luminarias: 28.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 60
Código CIE Flux: 24 50 76 60 71
Lámpara: 1 x TC-TELI 26W (Factor de corrección 1.000).



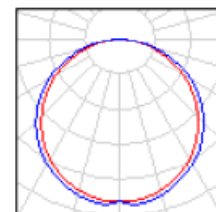
LLEDO 2984104901003 OD-2984 1T549W
Nº de artículo: 2984104901003
Flujo luminoso de las luminarias: 4300 lm
Potencia de las luminarias: 55.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 28
Lámpara: 1 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).



LLEDO 2985104901003 OD-2985 1T5 49W
Nº de artículo: 2985104901003
Flujo luminoso de las luminarias: 4300 lm
Potencia de las luminarias: 55.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 28
Lámpara: 1 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).



LLEDO 2986104901003 OD-2986 1T5 49W
Nº de artículo: 2986104901003
Flujo luminoso de las luminarias: 4300 lm
Potencia de las luminarias: 55.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 46 78 95 100 28
Lámpara: 1 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).



LLEDO 8553103601002 OD-8553 1TL 36 IP65

Metacrilato

Nº de artículo: 8553103601002

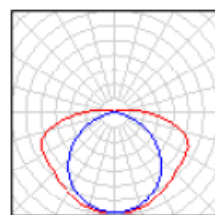
Flujo luminoso de las luminarias: 3350 lm

Potencia de las luminarias: 36.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 94

Código CIE Flux: 37 65 87 94 69

Lámpara: 1 x TL/840 (Factor de corrección 1.000).



Zumtobel 42 157 259 FTR 1/40W T16-R EVG 390 V2A [STD]

Nº de artículo: 42 157 259

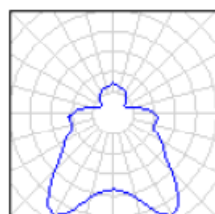
Flujo luminoso de las luminarias: 3400 lm

Potencia de las luminarias: 43.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 75

Código CIE Flux: 40 66 83 75 67

Lámpara: 1 x T16-R (Factor de corrección 1.000).



Zumtobel Set 60812137 MICROS-S D80 1/50W QR-CBC WH + QR-CBC 51 50W/10° [STD]

Nº de artículo: Set

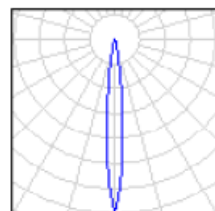
Flujo luminoso de las luminarias: 990 lm

Potencia de las luminarias: 53.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 94 100 100 100 118

Lámpara: 1 x QR-CBC 51 (Factor de corrección 1.000).



LLEDO 8212115032004 OD-8212 1 HIT-DE 150 Int N

Nº de artículo: 8212115032004

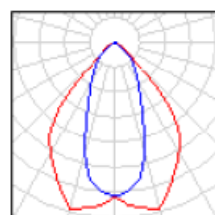
Flujo luminoso de las luminarias: 11700 lm

Potencia de las luminarias: 150.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 83 98 99 100 68

Lámpara: 1 x HIT-DE/830 (Factor de corrección 1.000).



LLEDO 1790115001013 OD-1790+OD-1061 1HIT-CE 150

Nº de artículo: 1790115001013

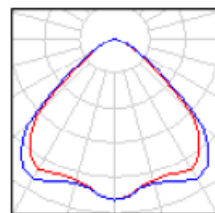
Flujo luminoso de las luminarias: 14000 lm

Potencia de las luminarias: 167.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 64 95 99 100 85

Lámpara: 1 x HIT-CE (Factor de corrección 1.000).



LLEDO 2987114901003 OD-2987 1+1T5 49W Nº de artículo: 2987114901003

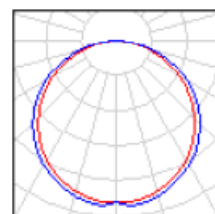
Flujo luminoso de las luminarias: 8600 lm

Potencia de las luminarias: 110.0 W

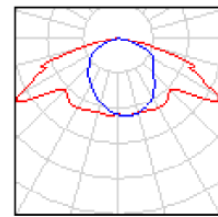
Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 46 78 95 100 28

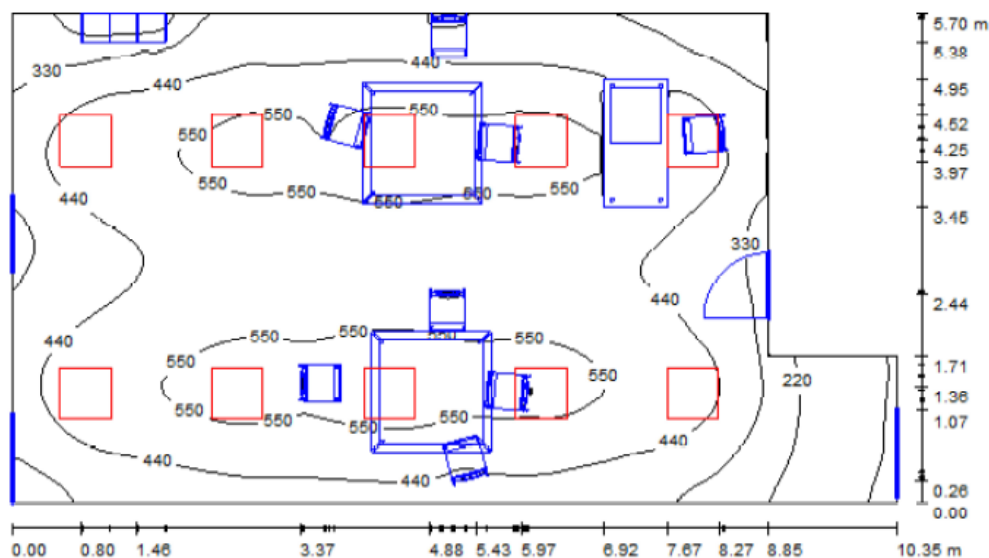
Lámpara: 2 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).



BEGA 9646 1 TC-TELI 42W
 N° de artículo: 9646
 Flujo luminoso de las luminarias: 3200 lm
 Potencia de las luminarias: 46.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 41 75 97 100 78
 Lámpara: 1 x TC-TELI 42W (Factor de corrección 1.000).



aula infantil / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:74

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	452	100	606	0.221
Suelo	20	324	68	468	0.209
Techo	70	103	48	133	0.464
Paredes (6)	50	214	35	507	/

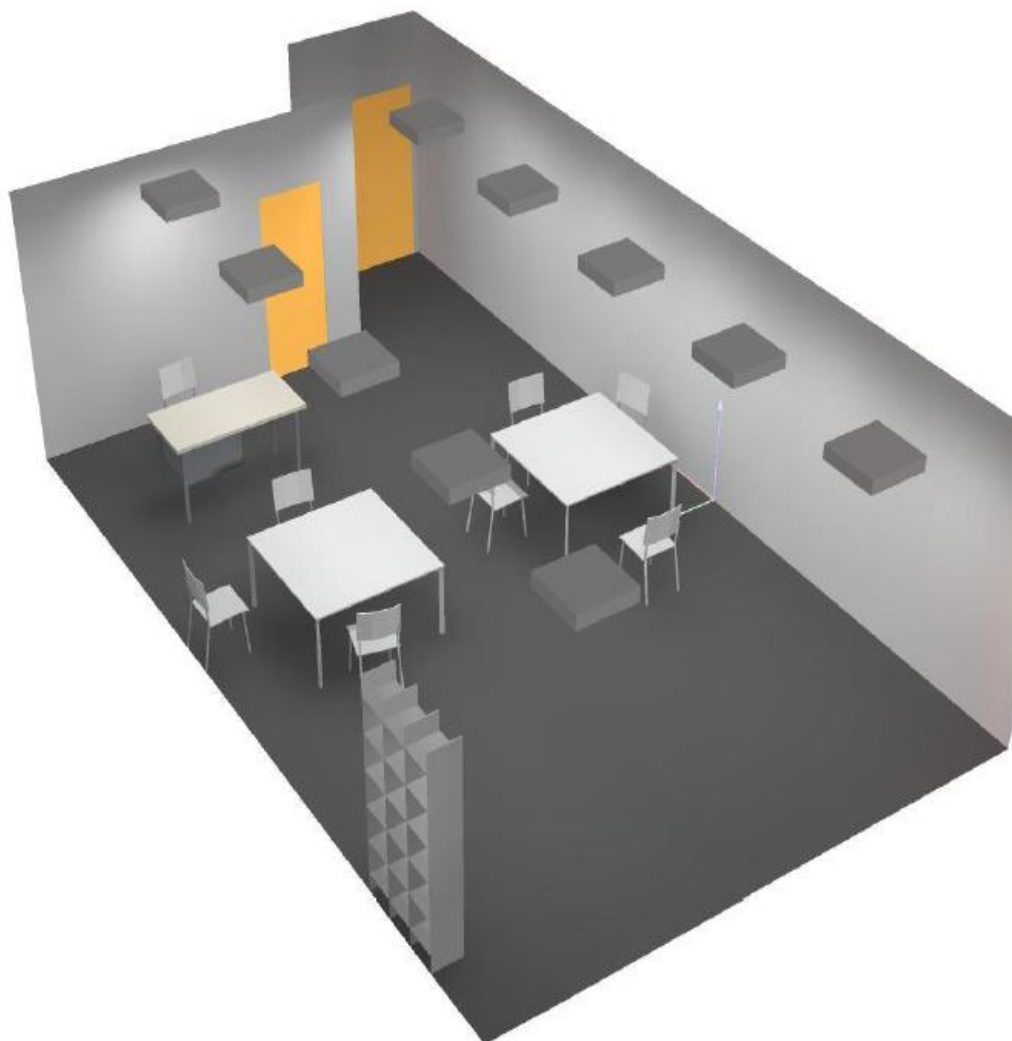
Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

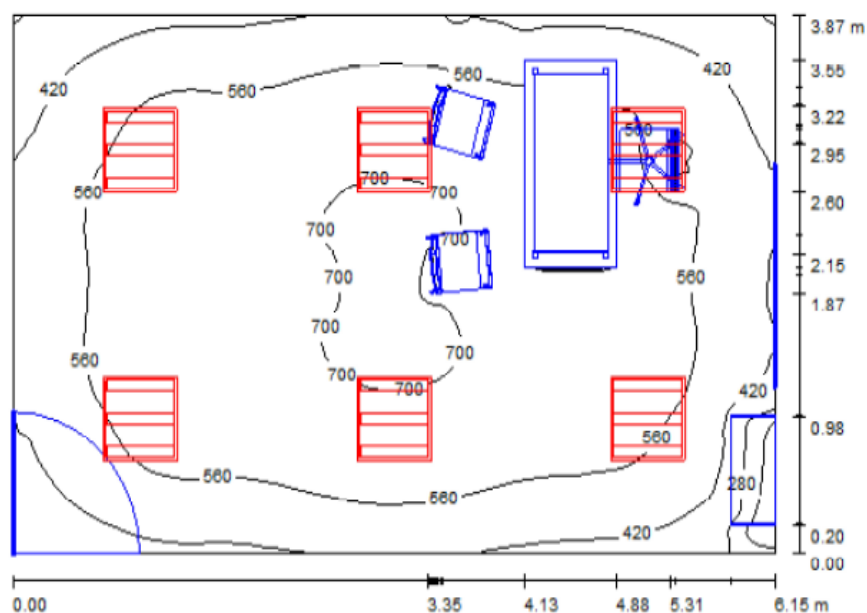
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	10	Odel-lux, Grupo Lledó Catálogo OD-3290 4T5X24W color blanco (1.000)	7000	96.0
Total:			70000	960.0

Valor de eficiencia energética: $18.11 \text{ W/m}^2 = 4.00 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 53.01 m^2)



despacho-sala de profesores / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.847 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:50

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	556	66	732	0.119
Suelo	20	429	27	645	0.062
Techo	70	93	67	112	0.723
Paredes (4)	50	179	40	395	/

Plano útil:

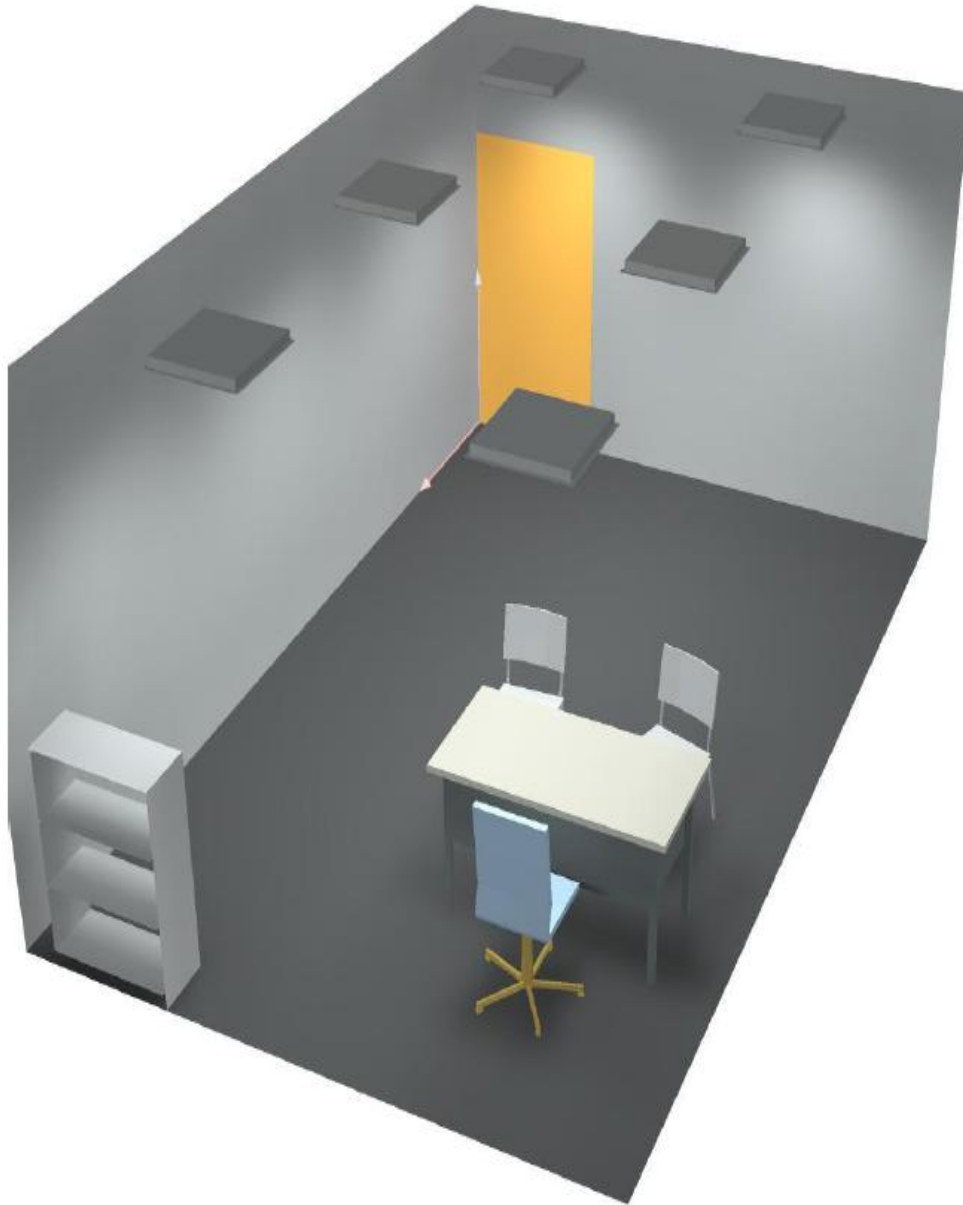
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

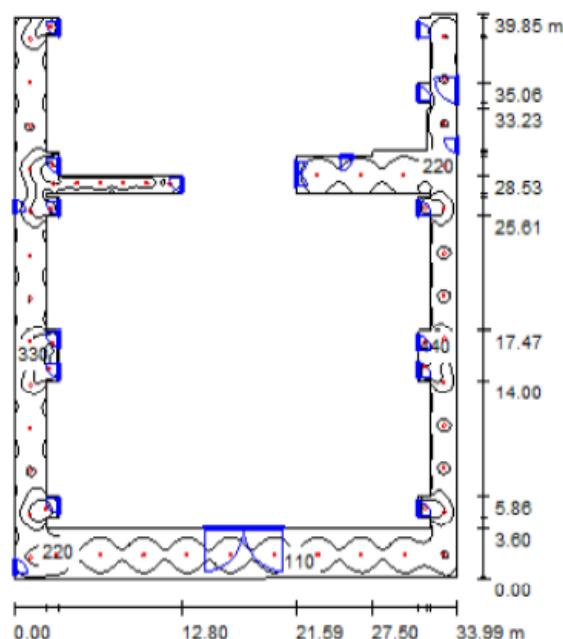
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	6	LLEDO 3291301401011 OD-3291 3T5 14 (1.000)	3600	51.0
Total:			21600	306.0

Valor de eficiencia energética: $12.86 \text{ W/m}^2 = 2.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 23.80 m^2)

despacho-sala de profesores / Rendering (procesado) en 3D





Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:512

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	178	9.78	529	0.055
Suelo	20	150	24	373	0.162
Techo	70	31	12	113	0.396
Paredes (57)	50	76	14	725	/

Plano útil:

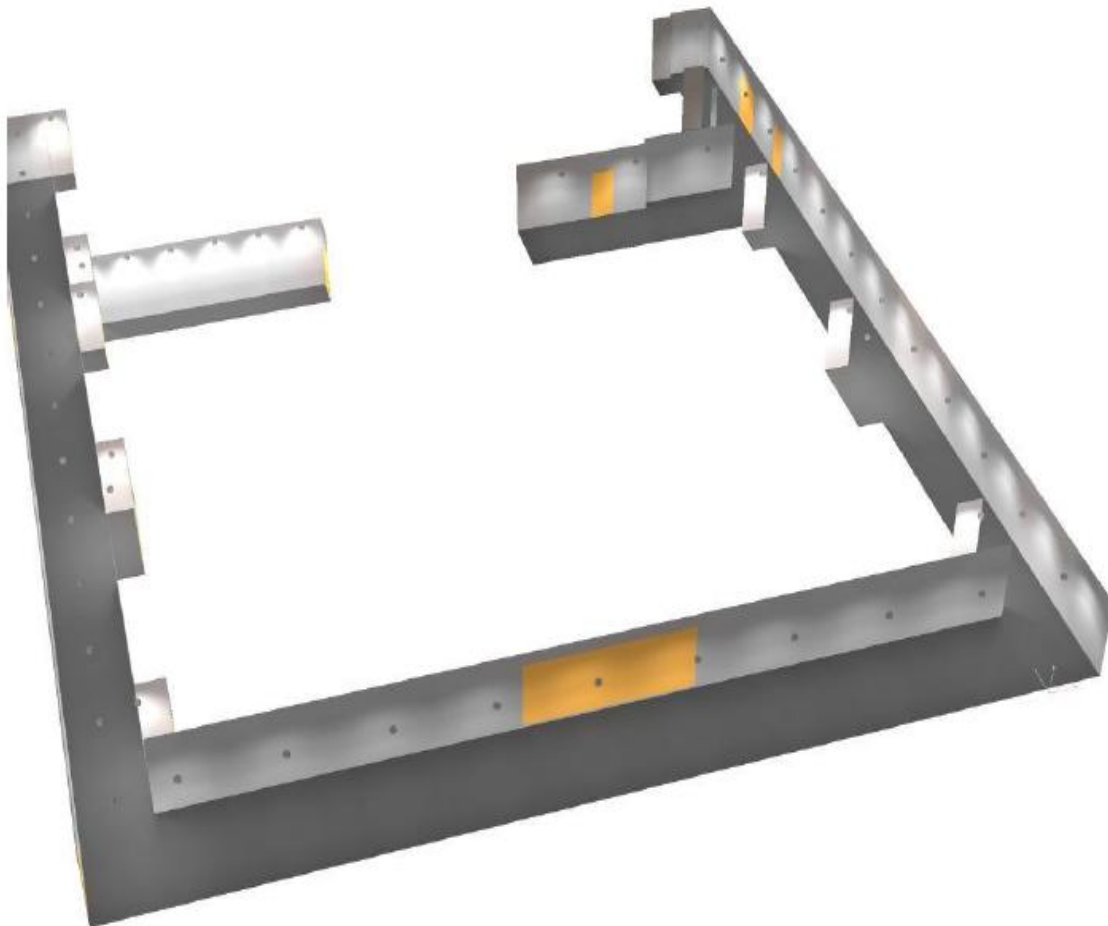
Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

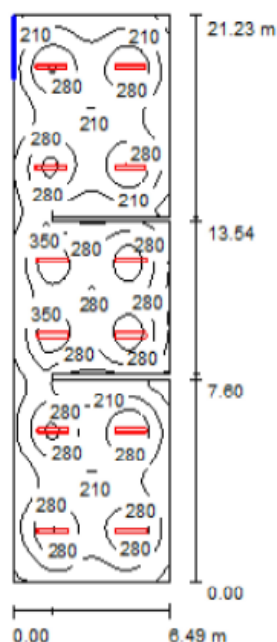
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	44	Zumtobel 60 811 056 FD1000 LF 2/18W TC-DEL EVG 200 WH [STD] (1.000)	2400	37.5
2	10	Zumtobel 60 811 060 FD1000 LF 2/26W TC-DEL EVG 200 WH [STD] (1.000)	3600	51.0
Total:			141600	2160.0

Valor de eficiencia energética: $6.40 \text{ W/m}^2 = 3.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 337.28 m^2)

pasillo / Rendering (procesado) en 3D





Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:273

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	253	86	402	0.341
Suelo	20	214	107	283	0.501
Techo	70	79	51	167	0.648
Paredes (12)	50	165	78	353	/

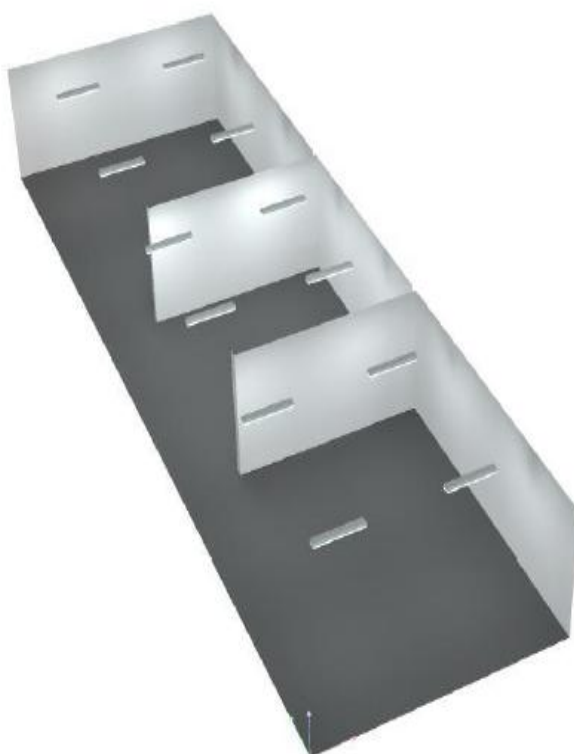
Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

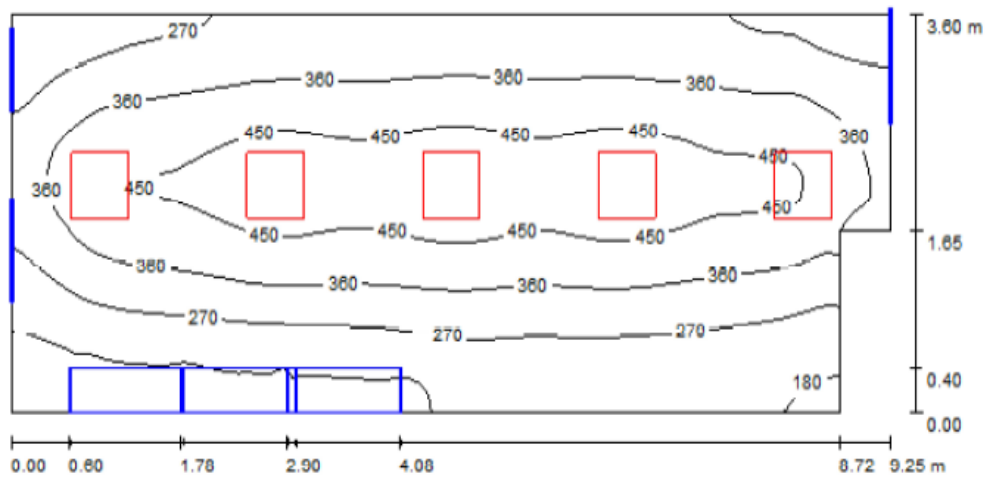
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	12	LLEDO 8553203601002 OD-8553 2TL 36 IP65 Metacrilato (1.000)	6700	72.0
Total:			80400	864.0

Valor de eficiencia energética: $6.36 \text{ W/m}^2 = 2.51 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 135.93 m^2)



almacén / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:67

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	339	89	506	0.263
Suelo	20	268	19	358	0.073
Techo	70	71	48	124	0.678
Paredes (6)	50	161	22	716	/

Plano útil:

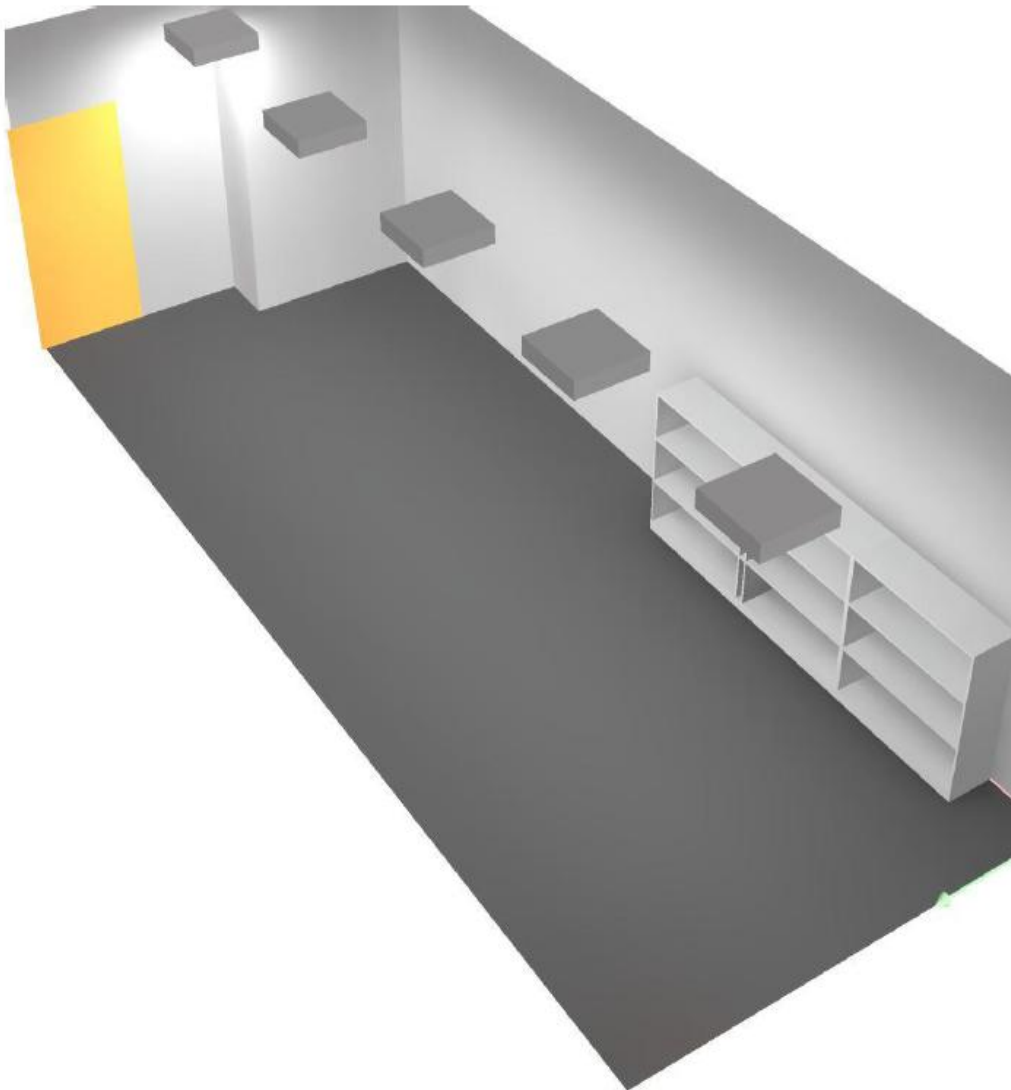
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

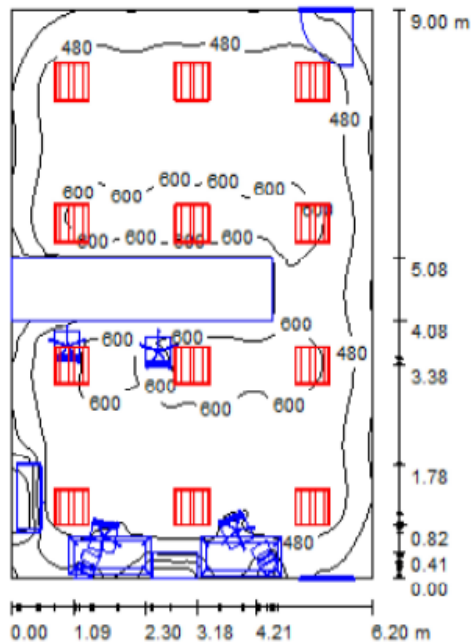
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	5	Odel-lux, Grupo Lledó Catálogo OD-3290 4T5X24W color blanco (1.000)	7000	96.0
Total:			35000	480.0

Valor de eficiencia energética: $14.80 \text{ W/m}^2 = 4.37 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.43 m^2)

almacén / Rendering (procesado) en 3D





Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.847 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:116

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	516	62	649	0.120
Suelo	20	392	21	590	0.053
Techo	70	90	62	115	0.693
Paredes (4)	50	150	24	337	/

Plano útil:

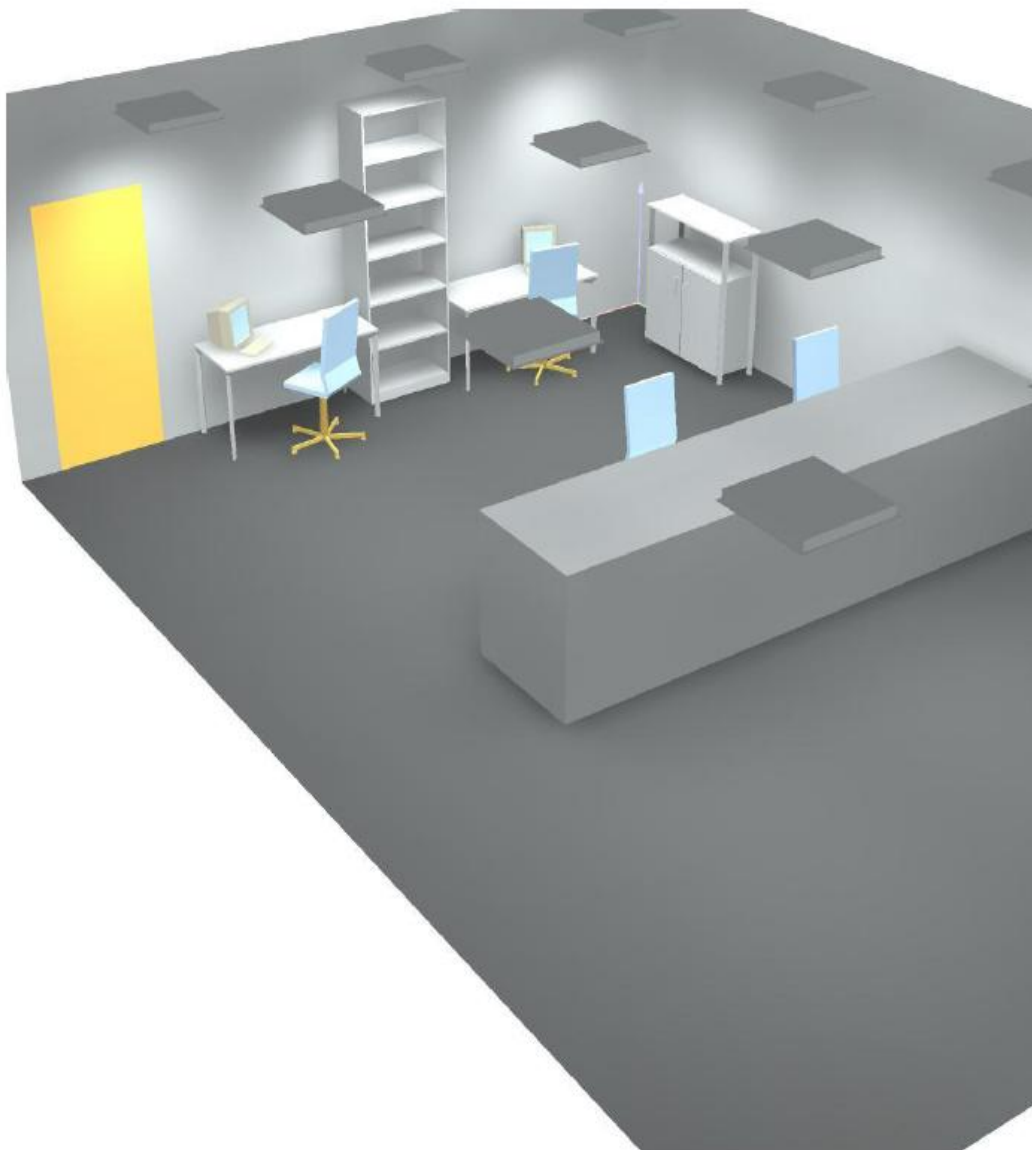
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

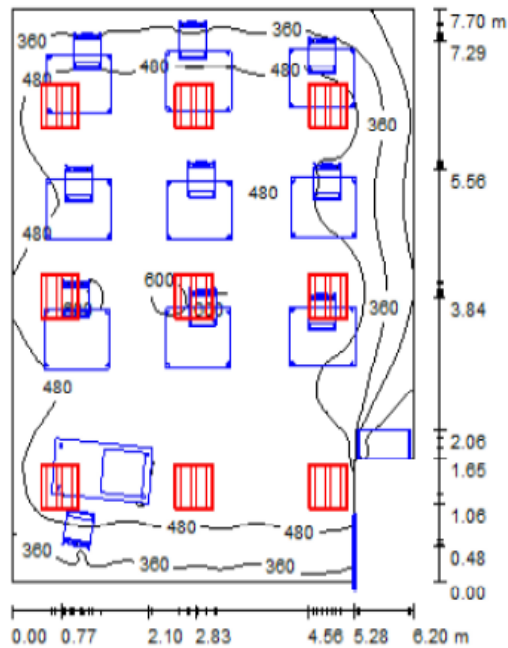
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	12	LLEDO 3291301401011 OD-3291 3T5 14 (1.000)	3600	51.0
Total:			43200	612.0

Valor de eficiencia energética: $10.97 \text{ W/m}^2 = 2.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 55.80 m^2)

secretaria / Rendering (procesado) en 3D





Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.847 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:99

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	471	23	611	0.049
Suelo	20	321	26	535	0.082
Techo	70	95	43	184	0.446
Paredes (6)	50	156	28	884	/

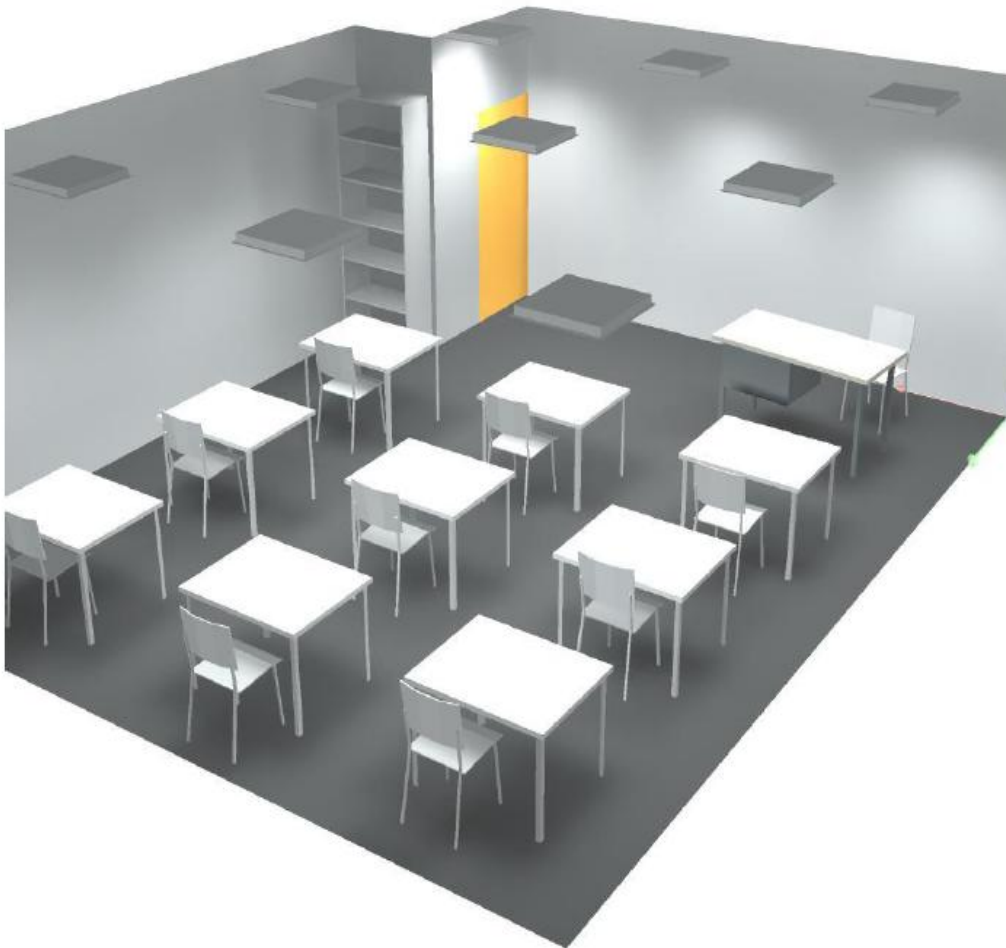
Plano útil:

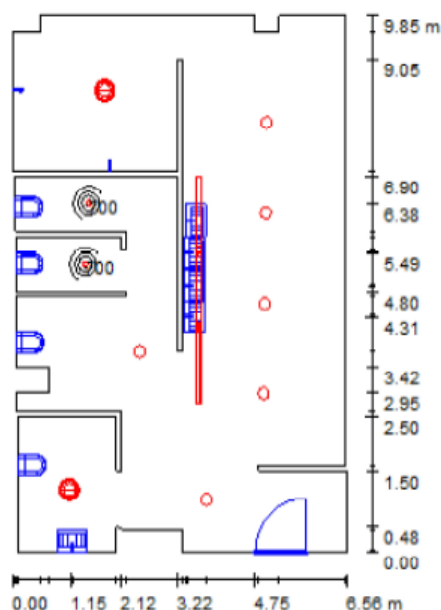
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	9	LLEDO 3291301401011 OD-3291 3T5 14 (1.000)	3600	51.0
Total:			32400	459.0

Valor de eficiencia energética: $9.93 \text{ W/m}^2 = 2.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 46.22 m^2)





Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:127

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	244	18	3472	0.072
Suelo	20	202	12	1723	0.058
Techo	70	58	12	3178	0.214
Paredes (47)	50	74	9.39	515	/

Plano útil:

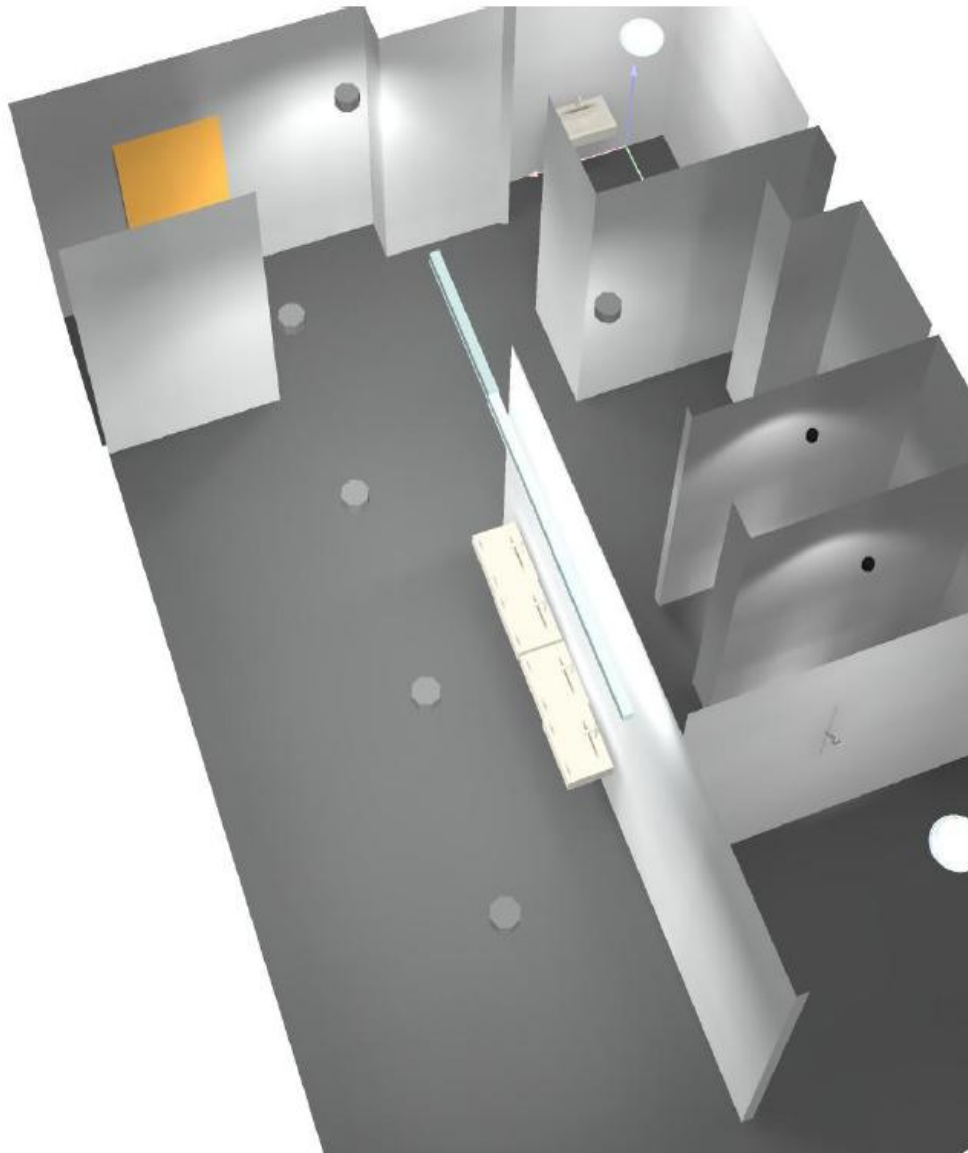
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

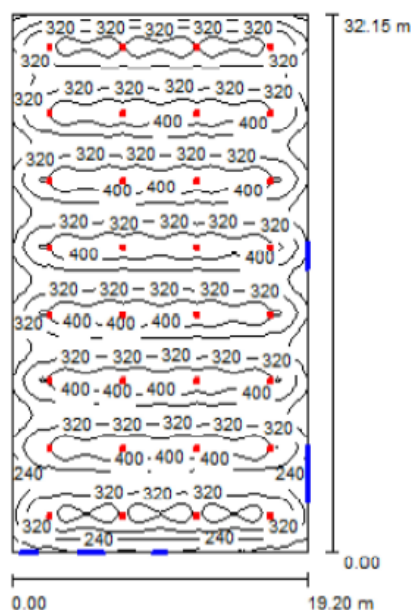
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	1	LLEDO 2984104901003 OD-2984 1T549W (1.000)	4300	55.0
2	1	LLEDO 2985104901003 OD-2985 1T5 49W (1.000)	4300	55.0
3	1	LLEDO 2986104901003 OD-2986 1T5 49W (1.000)	4300	55.0
4	2	Zumtobel 42 157 259 FTR 1/40W T16-R EVG 390 V2A [STD] (1.000)	3400	43.0
5	6	Zumtobel 60 811 060 FD1000 LF 2/26W TC-DEL EVG 200 WH [STD] (1.000)	3600	51.0
6	2	Zumtobel Set 60812137 MICROS-S D80 1/50W QR-CBC WH + QR-CBC 51 50W/10° [STD] (1.000)	990	53.0
Total:			43280	663.0

Valor de eficiencia energética: $10.90 \text{ W/m}^2 = 4.47 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 60.80 m^2)

vestuario / Rendering (procesado) en 3D





Altura del local: 5.800 m, Altura de montaje: 5.400 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:413

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	337	119	487	0.352
Suelo	20	329	129	437	0.392
Techo	70	59	44	67	0.747
Paredes (4)	50	96	44	208	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 25
Pared inferior 25
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

25
25

Tran

22
22

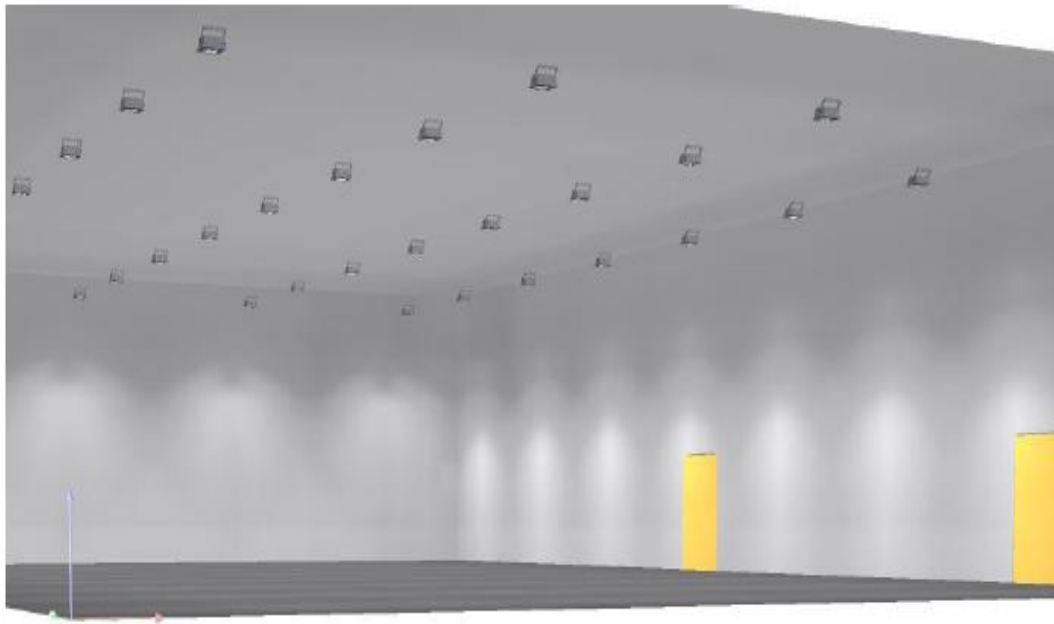
al eje de luminaria

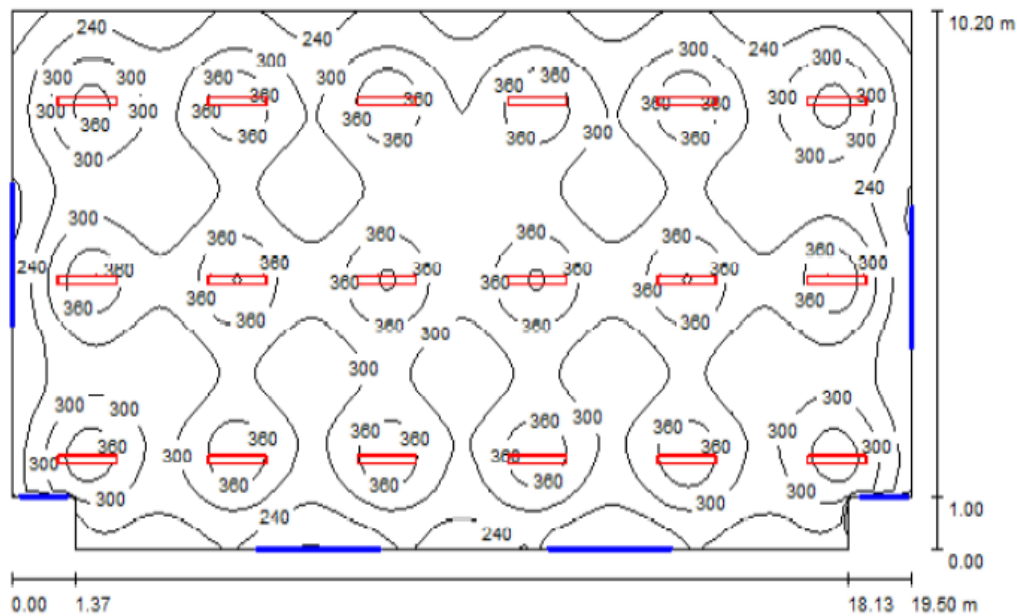
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	32	LLEDO 8212115032004 OD-8212 1 HIT-DE 150 Int N (1.000)	11700	150.0
Total:			374400	4800.0

Valor de eficiencia energética: $7.78 \text{ W/m}^2 = 2.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 617.28 m^2)

polideportivo / Rendering (procesado) en 3D





Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:140

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	300	153	428	0.511
Suelo	20	271	167	326	0.616
Techo	70	88	64	196	0.727
Paredes (8)	50	212	107	812	/

Plano útil:

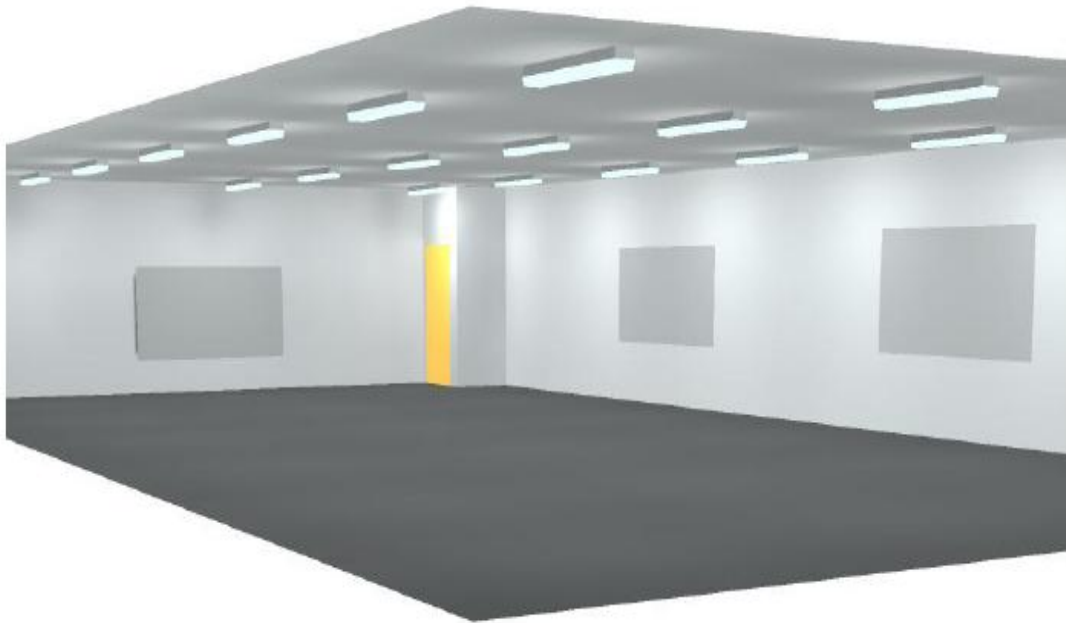
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

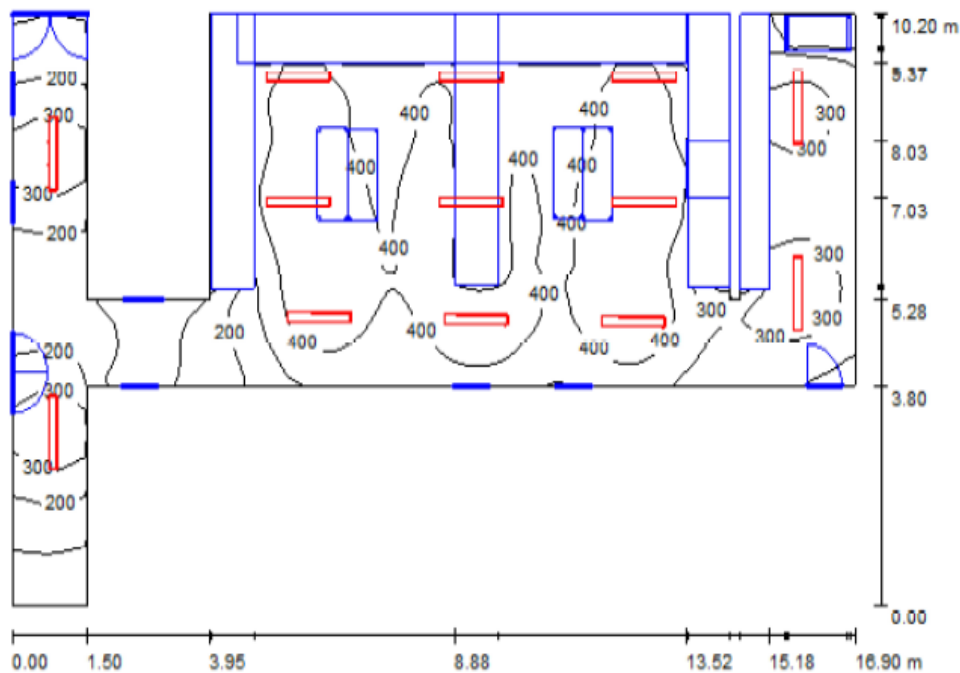
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	18	LLEDO 8553203601002 OD-8553 2TL 36 IP65 Metacrilato (1.000)	6700	72.0
Total:			120600	1296.0

Valor de eficiencia energética: $6.61 \text{ W/m}^2 = 2.20 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 196.15 m^2)

gimnasio / Rendering (procesado) en 3D





Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:131

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	328	36	508	0.109
Suelo	20	188	6.30	370	0.034
Techo	70	116	33	239	0.284
Paredes (14)	50	178	6.58	891	/

Plano útil:

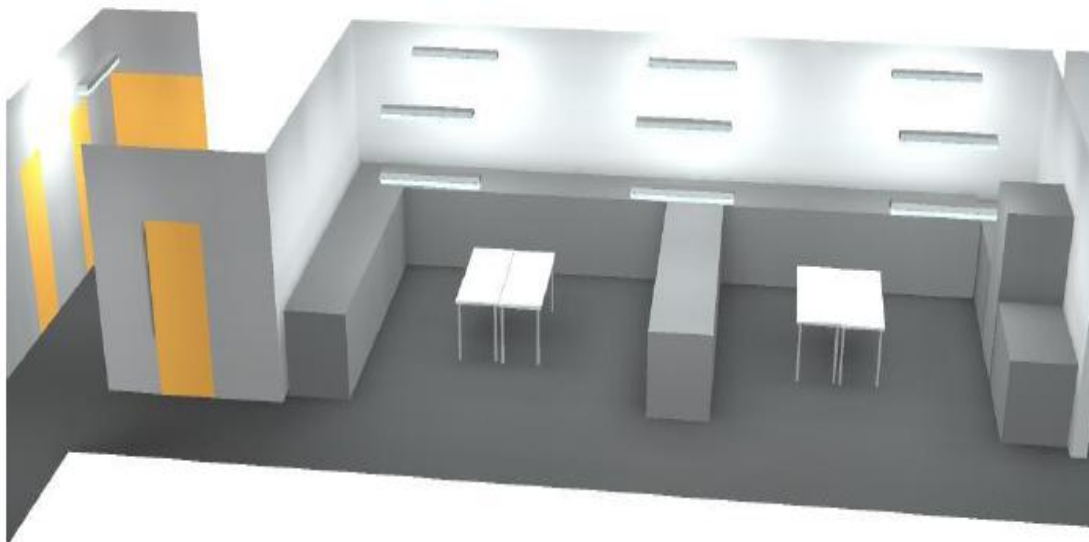
Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

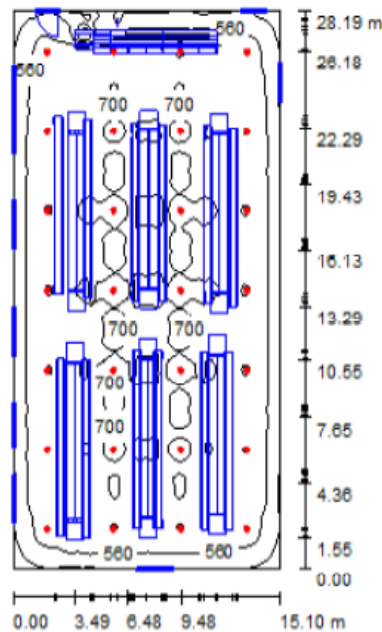
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	13	LLEDO 8553203601002 OD-8553 2TL 36 IP65 Metacrilato (1.000)	6700	72.0
Total:			87100	936.0

Valor de eficiencia energética: $9.28 \text{ W/m}^2 = 2.83 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 100.82 m^2)

cocina / Rendering (procesado) en 3D





Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 4.155 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:362

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	634	69	761	0.109
Suelo	20	433	34	711	0.078
Techo	70	122	74	152	0.604
Paredes (4)	50	177	73	405	/

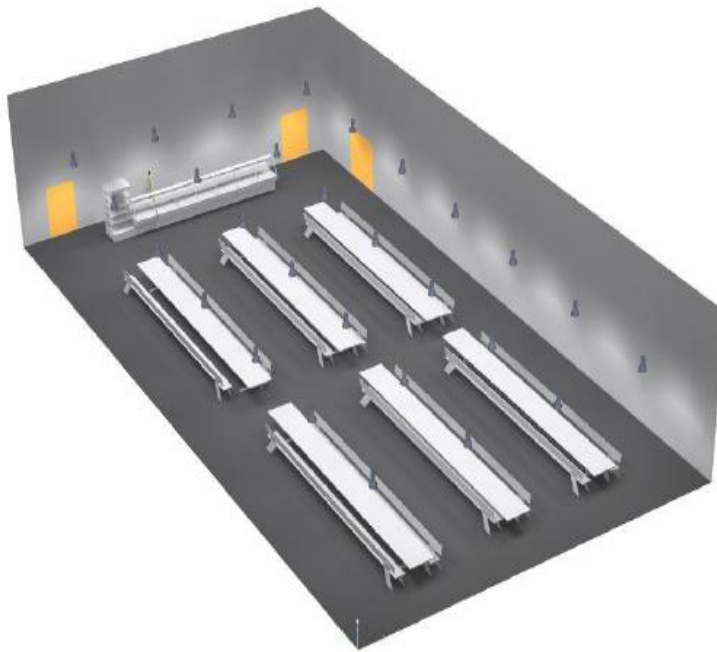
Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	28	LLEDO 1790115001013 OD-1790+OD-1061 1HIT-CE 150 (1.000)	14000	167.0
Total:			392000	4676.0

Valor de eficiencia energética: $10.99 \text{ W/m}^2 = 1.73 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 425.59 m^2)



2.6. Eficiencia luminosa

El código técnico de la edificación en su sección HE3 exige que se cumplan una serie de normas de eficiencia en las instalaciones de iluminación interior en los edificios de nueva construcción. Por ello se debe llevar a cabo el cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) en cada zona, como hemos podido ver en los cálculos realizados en el apartado anterior de cálculos justificativos de nuestro proyecto, sin que se superen nunca los valores límite que podemos observar en la tabla siguiente:

Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 Zonas de no representación	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	zonas comunes (1)	4,5
	aparcamientos	5
	administrativo en general	3,5
	aulas y laboratorios (2)	4
	habitaciones de hospital (3)	4,5
	salas de diagnóstico (4)	3,5
	espacios deportivos (5)	5
	andenede estaciones de transporte	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	recintos interiores asimilables a Grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
2 Zonas de representación	zonas comunes (1)	10
	estaciones de transporte (6)	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	administrativo en general	6
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio y espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	hostelería y restauración (8)	10
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	centros comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	tiendas y pequeño comercio	10
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	recintos interiores asimilables a Grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

Tabla 23. Valores de VEEI límite

Además del VEEI, el CTE nos pide la existencia de un sistema de control y, en su caso, de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural. Para cumplir con esto, todo el perímetro exterior del edificio estará dotado con luminarias autorregulables.

El último procedimiento de control que se indica en el punto 1.2 de la sección HE3 es la verificación de la existencia de un plan de mantenimiento, que cumpla con lo siguiente:

- Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación VEEL, se elaborará en el proyecto un plan de mantenimiento de la instalaciones de iluminación que contemplará, entre otras acciones, las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento, la limpieza de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad necesaria. Dicho plan también deberá tener en cuenta los sistemas de regulación y control utilizados en las diferentes zonas.

3. PARARRAYOS

3.1. Procedimiento de verificación

Se instalará un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .

Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivos y los edificios cuya altura sea superior a 43 m, dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98.

La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} [n^\circ \text{ impactos/año}]$$

Siendo:

- N_g : densidad de impactos sobre el terreno (n° impactos/año, km^2), obtenida según la figura.
- A_e : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia “3H” de cada uno de los puntos del perímetro del edificio.
- H : Altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- C_1 : coeficiente relacionado con el entorno, según tabla C1.

COEFICIENTE C1	
Situación del edificio	C1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos.	0,5
Rodeado de edificios más bajos.	0,75
Aislado.	1
Aislado sobre una colina o promontorio.	2

Tabla 24. Coeficiente C1


$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

- C_2 : coeficiente en función del tipo de construcción.
- C_3 : coeficiente en función del contenido del edificio.
- C_4 : coeficiente en función del uso del edificio.
- C_5 : coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

Tabla 25. Coeficiente C2

COEFICIENTE C3	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 26 Coeficiente C3

COEFICIENTE C4	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 27. Coeficiente C4

COEFICIENTE C5	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos,...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave.	5
Resto de edificios	1

Tabla 28. Coeficiente C5

3.2. Tipo de instalación exigida

Cuando, conforme a lo establecido en el apartado anterior, sea necesario disponer una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia E que determina la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \left(\frac{Na}{Ne} \right)$$

La siguiente tabla indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida. Las características del sistema para cada nivel de protección se describen en el siguiente apartado:

COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	
Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$	4

Tabla 29. Niveles de protección

3.3. Cálculo del pararrayos

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a

3.3.1. Cálculo de la frecuencia esperada de impactos N_e

Se calculará a partir de la siguiente expresión:

$$N_e = N_g \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ (nº impactos / año)}$$

Donde:

- N_g = Densidad de impactos sobre el terreno (nuestro caso $N_g = 2,50$ nº impactos / años, Km²)
- A_e = Superficie de captura equivalente del edificio aislado, que es la delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro del edificio (en nuestro caso $A_e = 34204 \text{ m}^2$ sabiendo que las medidas edificio son: longitud: 120m ;Ancho 45m ; Ed.alto H : 18 m)
- C_1 = Coeficiente relacionado con el entorno (en nuestro caso $C_1 = 0,5$ ya que la situación estructura es: Rodeada de estructuras de la misma altura)

Resolviendo:

$$N_e = 0,04275 \text{ nº impactos/año}$$

3.3.2. Cálculo del riesgo admisible N_a

El cálculo del riesgo admisible (N_a) viene dado por la siguiente expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5} \cdot 10^{-3}$$

Donde:

- Coeficiente en función del tipo de construcción : $C2=1$ (estructura hormigón-cubierta hormigón)
- Coeficiente en función del contenido del edificio: $C3 = 1$ (otros contenidos)
- Coeficiente en función del uso del edificio : $C4 = 3$ (edificio con pública concurrencia, sanitario, comercial o docente)
- Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades del edificio: $C5 = 1$ (resto)

Resolviendo:

$$Na = 1,833 \cdot 10^{-3}$$

Por lo tanto, concluimos diciendo que es necesario instalar un sistema de protección contra el rayo, ya que:

$$Ne > Na$$

$$0,04275 > 0,001833$$

3.3.3. Tipo de instalación

3.3.3.1. Eficiencia requerida

Cuando sea necesario disponer de una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia E determinada por la siguiente fórmula:

$$E = 1 - (Na / Ne) = 1 - (0,001833 / 0,04275) = 0,957$$

3.3.3.2. Nivel de protección

Utilizamos la tabla de niveles de protección para elegir el nivel de protección necesario en nuestra instalación . En nuestro caso el nivel de protección es 2.

3.4. Pararrayos recomendado

A partir de la colocación del pararrayos se determina que la mayor distancia a proteger es de 71m.

Con los datos obtenidos de los puntos anteriores, se instalará el siguiente pararrayos:

Marca INGESCO, Modelo PDC 5.3, con radio de cobertura 73m.

4. CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES

En la memoria descriptiva quedó justificada la colocación de una batería de condensadores para la reducción del factor de potencia de la instalación.

La potencia reactiva necesaria para la batería de condensadores, viene dada por la expresión siguiente:

$$Q_c = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$$

Donde:

Q_c = Potencia reactiva necesaria

P = Potencia activa de la instalación

$\operatorname{tg} \varphi_1$ = Factor de potencia antes de la corrección

$\operatorname{tg} \varphi_2$ = Factor de potencia que queremos conseguir

Inicialmente existe una potencia activa en la instalación de 794000W con un factor de potencia de 0,85 y se desea conseguir un factor de potencia de 0,95. Para ello, sustituyendo en la expresión anterior, obtenemos una potencia reactiva necesaria de:

$$Q_c = 794000(0,62 - 0,33) = 230,26 \text{ kVAr}$$

Por lo tanto, la batería escogida de 248 kVAr escalonados en 10 kVAr es válida.

PLIEGO DE **CONDICIONES** **TÉCNICAS**

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

TÉCNICAS

1. GENERALIDADES.....	127
1.1. Ámbito de aplicación.....	127
1.2. Alcance de los trabajos.....	127
1.3. Planificación y control.....	128
1.4. Modificaciones al proyecto y cambio de materiales.....	128
1.5. Vibraciones y ruido.....	128
1.6. Identificación de equipos, rótulos, etiqueteros y señalizaciones.....	129
1.7. Pruebas previstas a la entrega de las instalaciones.....	129
1.8. Norma de obligado cumplimiento.....	132
1.9. Documentación y legalizaciones.....	132
2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN.....	133
2.1. Generalidades.....	133
2.2. Centros de transformación.....	135
2.2.1. Envolvente metálica.....	135
2.2.2. Aparellaje.....	137
2.2.3. Normas de ejecución de las instalaciones.....	140
2.2.4. Pruebas reglamentarias.....	140
2.2.5. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	141
2.3. Cables de transporte de energía eléctrica (1-52 kV).....	143
2.3.1. Cables aislamiento con Polietileno Reticulado (XLPE).....	144
2.3.2. Cables aislamiento con goma Etileno-Propileno (EPR).....	144
3. GRUPO ELECTRÓGENO.....	145
3.1. Generalidades.....	145
3.2. Componentes.....	147
3.2.1. Motor diesel.....	147
3.2.2. Alternador.....	148
3.2.3. Acoplamiento y Bancada.....	148
3.2.4. Cuadro de protección, Arranque y Control.....	148
3.2.5. Depósito de combustible.....	149
3.2.6. Juego de herramientas.....	149
3.2.7. Documentación y apoyo técnico.....	149
3.3. Normas de ejecución de las instalaciones.....	149

3.4.	Pruebas reglamentarias.....	150
3.4.1.	Funcionamiento manual.....	150
3.4.2.	Funcionamiento automático.....	150
3.4.3.	Funcionamiento Pruebas.....	151
4.	CUADROS DE BAJA TENSIÓN.....	151
4.1.	Generalidades.....	151
4.2.	Componentes.....	153
4.2.1.	Envoltentes.....	153
4.2.2.	Aparamenta.....	154
4.2.3.	Embarrados y cableados.....	156
4.2.4.	Elementos accesorios.....	158
5.	CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN.....	159
5.1.	Generalidades.....	159
5.2.	Tipos de cables y su instalación.....	160
5.2.1.	Cables 450/750 V (PVC) para instalación en tubos y canales.....	160
5.2.2.	Cables RZ1-0,6/1 kV (AS) para instalación al aire.....	161
5.2.3.	Cables RV 0,6/ 1 kV (XLPE) para instalación enterrada.....	162
5.2.4.	Cables resistentes al fuego denominación (AS+) para instalación al aire.....	163
6.	CANALIZACIONES.....	164
6.1.	Generalidades.....	164
6.2.	Materiales.....	166
6.2.1.	Bandejas.....	166
6.2.2.	Canales protectores.....	168
6.2.3.	Tubos para instalaciones eléctricas.....	169
6.2.4.	Cajas de registro, empalme y mecanismos.....	172
7.	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.....	173
7.1.	Generalidades.....	173
7.2.	Línea general de alimentación (LGA).....	173
7.3.	Cuadro general de baja tensión (CGBT).....	174
7.4.	Líneas de derivación de la general (LDG) e individuales (LDI).....	174
7.5.	Cuadros secundarios (CS).....	174
7.6.	Instalaciones de distribución.....	174
7.6.1.	Distribución para el alumbrado normal	176
7.6.2.	Distribución para el alumbrado de Emergencia.....	177
7.6.3.	Distribución para las tomas de corriente.....	178

7.6.4.	Distribución para alumbrado público.....	179
8.	RED DE TIERRAS.....	180
8.1.	Generalidades.....	180
8.2.	Redes de tierra independiente.....	181
8.2.1.	Red de Puesta a Tierra de Protección de Alta Tensión.....	181
8.2.2.	Red de Puesta a Tierra de Servicio.....	182
8.2.3.	Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio.....	183
8.2.4.	Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión.....	183
9.	LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES.....	185
9.1.	Generalidades.....	185

1. GENERALIDADES

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan un capítulo del Proyecto General, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

1.1. Ámbito de aplicación

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

1.2. Alcance de los trabajos

Según la ITC-BT-03 del R.E.B.T., estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Planos y descritos en Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, etc), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjas, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc... que conllevan esta clase de instalaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada, funcionando y legalizada.

1.3. Planificación y control

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrónico, arquetas de obra, dados de hormigón para báculos de alumbrado público, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra. La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF.

1.4. Modificaciones al proyecto y cambio de materiales

La EI podrá proponer, al momento de presentar la oferta o en el transcurso de la obra, cualquier variante sobre el desarrollo de las instalaciones o materiales del presente Proyecto siempre y cuando esta esté debidamente justificada. La aprobación quedará a criterio de la DF.

Las variaciones que, por cualquier causa sean necesarias realizar en el Proyecto, siempre serán pedidas por la DF durante el transcurso del montaje, debiendo ser valoradas por la EI y presentadas como adicional, con precios unitarios de la oferta base o contradictorios, para la aprobación previa a su realización.

1.5. Vibraciones y ruido

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante. Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

1.6. Identificación de equipos, rótulos, etiqueteros y señalizaciones

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales y principales de planta) o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos.

Estos números de identificación de interruptores, corresponderán con el asignado al circuito eléctrico de distribución en planta. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6 mm.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricas. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para conductores en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente los que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricado y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

1.7. Pruebas previstas a la entrega de las instalaciones

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Todos los electrodos y placas de puesta a tierra. La de herrajes del centro de transformación será independiente.
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un interruptor diferencial, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro de planta, midiendo los usos de alumbrado a parte de los destinados a tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V.
- Valor de la corriente de fuga en todos y cada uno de los cuadros eléctricos.
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.
- Comprobación de interruptores magnetotérmicos mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- Comprobación de todos los interruptores diferenciales, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte.
- Comprobación de taraje de relés, de conformidad a los valores deseables para la correcta protección de los circuitos.
- Comprobación de tipos de cables utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
- Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre

canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.

- Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañadas las puntas.
- Las instalaciones de protección contra contactos indirectos por separación de circuitos mediante un transformador de aislamiento y dispositivo de control permanente de aislamientos, serán inspeccionadas y controladas conforme a lo previsto en la ITC-BT-38.
- Funcionamiento del alumbrado de emergencia, sean estos de seguridad o de reemplazamiento, así como del suministro complementario.
- Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a más de un tercio de la instalación de alumbrado normal.
- Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos (interruptores y tomas de corriente) comprobando que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que su conexión es correcta.
- Se realizará, para los locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puestos de trabajo y general de sala.
- Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos sus componentes. Asimismo, en el caso que la instalación responda al esquema TN en cualquiera de sus tres modalidades (TN-S, TN-C o TN-C-S), se medirá la resistencia de puesta a tierra del conductor Neutro en cada uno de los cuadros CS, debiendo ser su valor inferior a 5 ohmios.
- Se medirá la resistencia de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en B.T., situada en el Cuadro General de B.T., así como la máxima corriente de fuga.

- Se comprobarán todos los sistemas de protección (eléctrica y de detección-extinción) en el Centro de Transformación.
- Se comprobarán las puestas a tierra de Neutros de transformadores y la resistencia de la puesta a tierra de los mismos con respecto a la de los herrajes de A.T. y barra colectora de protección en B.T. en el Cuadro General de Baja Tensión, así como las tensiones de paso y contacto.
- Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre Suministros Normal y Complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que ésta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro sea mediante Grupo Electrógeno, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

1.8. Normativa de obligado cumplimiento

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- a) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- b) Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- c) Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación.
- d) Código Técnico de la edificación.

Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Obras Públicas y las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas, de la Comunidad y del Ayuntamiento.

1.9. Documentación y legalizaciones

En el cumplimiento con el Artículo 19 del REBT , una vez finalizadas las pruebas del apartado 1.7 con resultado satisfactorio, se preparará una Documentación de Apoyo para la explotación de la instalación.

Junto a estas Recomendaciones Técnicas, la EI entregará a la EC con la supervisión de la DF, todos los Boletines, Certificados y Proyectos que se requieran para las legalizaciones de las instalaciones objeto de este capítulo, ante la consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma correspondiente.

2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN

2.1. Generalidades

Se incluye en este capítulo toda la aparamenta de Centros de Transformación del tipo interior, y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1 kV e iguales o inferiores a 52 kV.

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el Centro de Transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instrucción MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El CT será construido enteramente con materiales no combustibles. Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas etc), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN y NBE CPI-96 para zonas de riesgo especial medio, y sus materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727. Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales.

Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 12 mm (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 2,5 mm (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de obra civil con detalles de bancadas, arquetas, pozos de recogida de aceite, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de

equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.

Las celdas a emplear serán modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección, según la norma UNE 20- 324-94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra. El interruptor será, en realidad, interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de \varnothing y se pondrán a tierra utilizando para ello tomas de tierras independientes a las del resto de instalaciones en B.T. Esta red constituirá la de protección en A.T.

Por debajo del suelo del CT deberá existir un mallazo metálico. Este mallazo quedará enlazado con la red de protección en A.T. al menos en dos puntos.

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista para consulta la siguiente documentación:

- Esquema de la instalación eléctrica de A.T. con indicación de enclavamientos y modo operativo de maniobras.
- Placa de primeros auxilios.
- Resistencia de las distintas puestas a tierra

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que aportará todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes aislantes, manivelas, y palancas de accionamiento de la aparamenta, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc. reglamentarios.

En la configuración del local y situación de equipos, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio o cobre según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.

2.2. Centros de transformación

2.2.1. Envolverte metálica

Las celdas responderán, en su concepción y fabricación de aparamenta bajo envolverte metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099 y UNE 20324. Se deberán distinguir, al menos, los siguientes compartimentos:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento de juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

Estos compartimentos se describen a continuación.

a) COMPARTIMENTO DE APARELLAJE

Estará relleno de SF6 y sellado de por vida, según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 Bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje, estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter, debiendo ser canalizados los gases a la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores, y cierre de los seccionadores de puesta a tierra, se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador. El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA. El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) COMPARTIMENTO DEL JUEGO DE BARRAS

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre de 630 A como mínimo conexas mediante tornillos de cabeza allen M8 con par de apriete de 2,8 m x kg.

c) COMPARTIMENTO DE CONEXIÓN DE CABLES

Serán aptos para conectar cables de aislamiento en seco y cables con aislamiento en papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables en papel impregnado.

d) COMPARTIMENTO DE MANDO

Contendrá los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios, si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos, manteniendo la tensión en el Centro.

e) COMPARTIMENTO DE CONTROL

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado con bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible en tensión, tanto en barras como en los cables.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente de cada celda. Las etiquetas serán de plástico laminado, firmemente fijadas al soporte, escritas indeleblemente en lengua castellana y, eventualmente, otra lengua oficial del Estado, con caracteres de 20 mm de altura, grabados en blanco sobre fondo negro.

Todas las celdas llevarán un esquema unifilar realizado con material inalterable en el que se indicarán los aparatos, enclavamientos y demás componentes.

El conjunto y todos los componentes eléctricos deberán ser capaces de soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos resultantes de la intensidad de cortocircuito en sus valores eficaz y de cresta.

Los tornillos, pernos, arandelas etc, para las uniones entre celdas o su fijación a bancada de obra, serán de acero y estarán cadmiados.

El fabricante deberá suministrar los certificados de los ensayos de cortocircuito o en su defecto los cálculos correspondientes que se hayan utilizado para el dimensionado de las barras.

La base de fijación a bancada consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo y estará provista de sus correspondientes pernos de anclaje. La estructura y los pernos se suministrarán separados de las celdas, a fin de que puedan instalarse antes que las mismas.

Todas las celdas se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos capas de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado.

2.2.2. Aparellaje

Las características eléctricas fundamentales de todos los componentes eléctricos según su tensión asignada serán:

Tensiones asignadas	24 kV	36 kV	52 kV
Nivel de aislamiento asignado:			
• A frec. industrial de 50Hz, durante 1 min.	52 kV	70 kV	95 kV
• Impulso tipo rayo	125 kV	170 kV	250 kV
• Intensidad admisible de corta duración	16 kA	1,5 kA	25 kA
• Valor de cresta de la intensidad admisible	40 kA	80 kA	63 kA

a) Interruptores- seccionadores

En condiciones de servicio, corresponderá a las características eléctricas expuestas anteriormente según sea su tensión asignada.

b) Interruptor automático

Será en SF6, y dispondrá de unidad de control constituida por un relé electrónico, un disparador instalado en el bloque de mando del disyuntor y unos transformadores de intensidad montados en cada uno de los polos.

c) Cortacircuitos fusibles

Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo CF. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

d) Puesta a tierra

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25×5 mm conectadas en la parte inferior de las cabinas formando un colector único. Estas pletinas se conectarán entre si y el conjunto a la red general de puesta a tierra para Protección en A.T.

e) Equipos de medida

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la Celda de Medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Las características eléctricas de los diferentes elementos serán:

- Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en celdas de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas ya instalados en las mismas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que deben instalarse, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc, serán las correctas.
- Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas estarán especificadas en la Memoria.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc, se tendrá en cuenta a lo indicado, a tal efecto, en la normativa de la Compañía Suministradora.

Los puntos neutros de transformadores de medida se conectarán a la tierra de protección de Alta tensión

f) Transformadores de Potencia

Serán encapsulados en resina y refrigeración forzada por aire. De no indicarse lo contrario, el grupo de conexión será DY11n, con punto neutro accesible y borna de conexión junto a las de las tres fases de B.T. Asimismo, dispondrá de conmutador manual en arrollamientos de A.T., para ajuste de tensiones de entrada de la Compañía Suministradora, según sus normas particulares.

Los transformadores se suministrarán completamente montados y preparados para su conexión, debiendo llevar incorporados todos los elementos normales y accesorios descritos en Mediciones. Se consideran elementos normales, bastidor metálico con ruedas orientables para el transporte, puntos de amarre para elevación, tomas de conexión para la puesta a tierra y placa de características.

Los transformadores encapsulados serán en resina epoxi polimerizada, clase térmica F, mezclada con harina de sílice y endurecedor; todos ellos, materiales autoextinguibles. Las bobinas, una vez encapsuladas, deberán ser sometidas a ensayo de descargas parciales según UNE-20.178, UNE-21.538-1 y UNE-EN60.076. El núcleo magnético será en banda magnética de grano orientado, laminada en frío, aislada eléctricamente en ambas caras por una capa fina de carlita. Su construcción dará como resultado un perfecto ensamblado entre columnas y culatas (de sección circular prácticamente), fijadas rígidamente mediante perfiles metálicos (en los encubados podrán ser de madera) con pasadores y zunchos de apriete, a fin de obtener un nivel acústico inferior a 80 dB(A) en transformadores hasta 1.600 kVA. Los devanados de B.T. serán en banda de aluminio o cobre, dispuestos en capas separadas (especialmente en los encapsulados) que permitan mejorar su refrigeración. Los devanados de A.T. serán en hilo o cinta de cobre.

Los transformadores llevarán un sistema de control y protección con prealarma y disparo, que será de temperatura para los encapsulados.

Los terminales de B.T. serán del tipo "pala" adecuados a la intensidad nominal del transformador. Los de A.T. serán del tipo "espárrago" para conexión por terminal. Tanto unos como otros serán en cobre, debiendo ir rígidamente unidos y aislados a la

estructura del transformador, que les permitirá aguantar sin deformación, los esfuerzos electrodinámicos debidos a cortocircuitos.

Las celdas que albergarán a los transformadores serán, en obra civil con tabiques de 100 mm de espesor. El frente de la celda se construirá mediante puerta metálica de doble hoja con unas dimensiones mínimas de $500+A$, siendo A = frente del transformador, en mm. La altura de la puerta será la del local, disminuida 300 mm, quedando la abertura en la parte superior de la celda. Será fabricada en chapa de hierro ciega de 2 mm de espesor sobre bastidor del mismo material. Irá equipada de cerraduras enclavadas manualmente con los sistemas de apertura de los interruptores de A.T. y B.T. del transformador correspondiente, así como dos mirillas transparentes en material inastillable de 150×200 mm a 1.800 mm del suelo.

Todos los elementos metálicos de las celdas de transformadores (puertas y herrajes) serán pintados en el mismo color de las envolventes de las cabinas de A.T., previo tratamiento mediante dos capas de pintura antioxidante.

Los transformadores, en sus celdas, irán apoyados en perfiles de hierro en U- 50 o U-80 (según la anchura de las ruedas de los transformadores a instalar) empotrados en el suelo, los cuales servirán de guía a las ruedas, permitiendo su acunamiento para inmovilización de los transformadores. Esta fijación de transformadores se hará en tal punto de la celda, que las distancias entre los terminales de A.T. y masas sean como mínimo de $100 \text{ mm} + 6 \text{ mm por kV}$ o fracción de kV de la tensión de servicio, respetándose una distancia mínima entre transformadores y cerramiento de 200 mm.

Para la conexión de circuitos en B.T. a bornas del transformador se instalarán en todos los casos, un juego de pletinas de cobre soportadas por aisladores fijados a apoyos metálicos rígidos, que servirán de paso intermedio entre los cables y las bornas de B.T. del transformador. Desde la pletina de la borna del neutro se derivará, mediante cable aislado 0,6/1 kV, para la puesta a tierra del mismo. Esta "toma de tierra" será independiente eléctricamente para cada uno de los transformadores y la utilizada para herrajes.

2.2.3. Normas de ejecución de las instalaciones

Todas las normas de construcción e instalación del Centro de Transformación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos Oficiales.

2.2.4. Pruebas reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra para protección en Alta Tensión (herrajes).
- Resistencia de las puestas a tierra de los Neutros de transformadores.
- Tensiones de paso y de contacto.

2.2.5. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

a) Prevenciones Generales

1. Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente deberá dejarlo cerrado con llave.
2. Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".
3. En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
4. No estará permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua para apagarlo.
5. No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
6. Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente los guantes y sobre banqueta

7. En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo el personal estar instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

b) Puesta en Servicio

1. Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
2. Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se recorrerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

c) Separación de Servicio

1. Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 2.2.5.b), es decir, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
2. Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
3. A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación en las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda y seccionador aéreo

exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.

4. La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento, que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

d) Prevenciones Especiales

1. No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características y curva de fusión.
2. No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
3. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observe alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la Compañía Suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.
4. En los accesos al CT se dispondrán dos extintores de incendios.

2.3. Cables de transporte de energía eléctrica (1-52 kV)

Los cables que este apartado comprende, han quedado definidos en el 2.1.- Generalidades, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada. Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) construidos según normas UNE 20.432, 21.172, 21.123, 21.024, 20.435, 21.022, 21.114 y 21.117, así como la UNESA 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre a campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:

- Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de transformadores, incluso en el caso de circuito en Anillo, que permitirá abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.
- Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo superior a un segundo.

Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables.

Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.

2.3.1. Cables aislamiento con Polietileno Reticulado (XLPE)

Serán para instalación aérea, bien directamente fijado a soportes, bien alojado en canalizaciones. Cuando el trazado del circuito o línea exija tramos enterrados, podrá ser utilizado este cable siempre y cuando se le dote de una cubierta exterior especial y termoplástica según recomendación UNESA 3305C.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 105°C en sobrecargas, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior a 10 veces la suma del diámetro exterior del cable unipolar (D) y el del conductor (d), es decir $R_{curvatura} \geq 10 \times (D+d)$, ni los esfuerzos de tracción superar los 5 kg/mm² aplicados directamente al conductor (no a los revestimientos) cuando sean de cobre, y de 2,5 kg/mm² en el caso de aluminio. Asimismo, la temperatura del cable durante esta operación debe ser superior a los 0°C y la velocidad de tendido no exceder de 5 m/min.

2.3.2. Cables aislamiento con goma Etileno- Propileno (EPR)

Serán para instalación enterrada en lugares húmedos y encharcados, bien directamente o bien alojados en tubos. Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 130°C en sobrecarga, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido se seguirán las mismas recomendaciones hechas para el XLPE en el apartado anterior.

La profundidad a la que deben ir enterrados será como mínimo de 70 centímetros.

Cuando vayan canalizados en tubos, cada uno de estos no alojará más de una terna (3 unipolares de un mismo sistema trifásico), siendo la relación entre el diámetro del tubo (D) y el del conductor unipolar de la terna (d) igual o superior a $D/2d = 2$; $D/d = 4$.

En el caso de ir directamente enterrados, se abrirá una zanja de 60 cm de ancho con una profundidad mínima de 85 cm. El terreno firme del fondo se cubrirá con un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables que de ser unipolares quedarán separados uno de otro 8 cm como mínimo. Sobre ellos se echará una misma capa del mismo material que la cama, con 20 cm de espesor, para posteriormente proceder al relleno de la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables, en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos a 10 cm una cinta o banda de polietileno color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según norma UNE 48103.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado la zanja y sistema de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 15 metros. Las arquetas una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento.

3. GRUPO ELECTRÓGENO

3.1. Generalidades

Cuando en aplicación de la ITC-BT-28, apartado 2.3 o necesidades propias del Proyecto, sea necesario instalar un Suministro Complementario (Art 10 del R.E.B.T) mediante Grupos Electrónicos, estas instalaciones se realizarán conforme al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

El local destinado a alojar estos equipos dispondrá de aberturas desde el exterior que permitirán la entrada y salida del aire necesario para la refrigeración por radiador y combustión del motor, sin que la velocidad del aire por las aberturas alcance más de 5 m/s. Asimismo dispondrá de salida para la chimenea destinada a la evacuación de los

gases de escape. Cuando no se pueda garantizar estas condiciones de refrigeración por aire, el sistema será mediante intercambiador de calor (en sustitución del radiador) y torre de refrigeración separada del grupo electrógeno.

Antes del suministro del grupo electrógeno, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, todos los planos de implantación y detalles de la obra civil auxiliar necesaria que permita el acondicionamiento del local destinado a la ubicación del grupo y servidumbres tales como de paso para conducciones del aire de refrigeración y chimeneas de gases de escape. Todo ello encaminado a que el montaje del grupo y el suministro de combustible al mismo sea el recomendado por el fabricante y el exigido por la actual reglamentación aplicable en este caso.

El punto neutro del grupo se pondrá a tierra mediante una "toma de tierra" independiente de las del resto de instalaciones.

El funcionamiento del grupo será en reserva del Suministro Normal proporcionado por la Compañía Eléctrica, siendo su arranque y maniobras de conexión a la red, así como de desconexión y parada, totalmente automáticas por fallo o vuelta del Suministro Normal.

El Grupo Electrógeno (GE) será suministrado completamente montado sobre bancada y probado en el taller de su fabricación. Como elementos separados de bancada para su ubicación e instalación independiente en obra, solo se admitirá el cuadro eléctrico de control y mando, el silencioso de relajación para el aire de salida, y chimenea con tuberías de gases de escape como elementos normales, y excepcionalmente el radiador con electroventilador cuando la disposición del local lo obligue. En cualquier caso, la solución monobloc con todos los equipos incorporados sobre bancada será la más aceptable y prevista en este Proyecto con insonorización a 30 dB.

Cuando el cuadro eléctrico se sirva separado de bancada, los circuitos de enlace (potencia, auxiliares, control y mando) entre el GE y el cuadro eléctrico se considerarán dentro del suministro e instalación del GE. Las características que definirán al GE serán las siguientes:

- Potencia en régimen continuo del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia en régimen de emergencia del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia máxima del alternador en kVA.
- Tensión de suministro en sistema trifásico.
- Factor de potencia.

- Frecuencia de la corriente alterna.
- Tipo de arranque (normal, automático por fallo de red, etc).
- Modo de arranque (por batería de acumuladores, aire comprimido, etc).
- Tipo de combustible y consumo en g/CV h.
- Tipo de refrigeración (aire o agua).
- Dimensiones y peso.
- Disminución de ruidos en la insonorización.

Todas estas características, así como tipo de refrigeración (por aire o por agua mediante torre de refrigeración) y demás instalaciones complementarias (alimentación, almacenamiento de combustible, chimenea, etc.) corresponderán con lo descrito en Memoria y relacionado en Mediciones.

3.2. Componentes

La construcción y los elementos para su fabricación cumplirán con las normas DIN 6270, 6271, y 9280, IEC-34/1, ISO DIS 8528 y AS1359 y 2789.

3.2.1. Motor diesel

Será refrigerado por aire o agua, según se indique en mediciones, con sistema de aspiración turboalimentado.

La potencia del motor será para combustible Gasóleo de 10.000 kcal/kg de poder calorífico. El motor dispondrá de los siguientes sistemas de equipamiento:

- Admisión y escape con filtros de aire, colectores de escape secos, conexión flexible de escape y silencioso de gases.
- Arranque eléctrico con motor de c/c y batería de acumuladores o por aire comprimido (según Memoria y Mediciones).
- Alimentación de combustible con filtro y tuberías flexibles de alimentación y retorno.
- Lubricación con filtro de aceite, cárter con respiradero, radiador refrigerador, tubo de llenado y varilla de nivel.

- Seguridad con solenoide de paro y sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobrevelocidad.
- Refrigeración con bomba centrífuga para el agua movida por engranajes, termostatos y resistencia de caldeo, con radiador e intercambiador según mediciones.
- Control y Gobierno con parada manual, regulador electrónico de velocidad del motor, horómetro, panel de instrumentos con Manómetro de combustible, Manómetro de aceite y Termómetro de esfera para el agua de refrigeración.

3.2.2. Alternador

De corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo, diodos supresores de sobrevoltajes debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y aislamiento clase F en los devanados del estator, rotor y excitatriz.

Dispondrá de módulo de regulación sin partes móviles, protegido mediante resina epoxi y su control sobre la tensión de fases, en función de la frecuencia, se realizará mediante un sistema de sensores que asegure y mejore la regulación en el caso de desequilibrio de fases en la carga.

3.2.3. Acoplamiento y Bancada

La unión entre motor y alternador se realizará mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador irá montado y alineado sobre bancada construida en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

3.2.4. Cuadro de protección, Arranque y Control

Podrá ir en bancada o separado. En él irán alojados los siguientes componentes:

- Interruptor automático de protección del circuito de potencia para su conexión al panel de conmutación del cuadro general de B.T. del edificio. Será de corte omnipolar y dispondrá de un módulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Módulo informático de Mando y Vigilancia.
- Vigilantes de tensión de Red y Grupo regulables.

- Cargador automático de batería de acumuladores.
- Panel de funciones y alarmas con pulsadores luminosos servicios: Automático, Manual, pruebas y Desconectado.
- Aparatos de medida con: Frecuencímetro, Voltímetros y Amperímetros para consumos y carga de acumuladores.
- Protecciones y contactores para circuitos auxiliares de funcionamiento, sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

3.2.5. Depósito de combustible

Su capacidad se dimensionará para ocho horas de funcionamiento continuo a plena carga. Su construcción será con doble pared e irá instalado en el local del GE, bien apoyado en el suelo, bien sobre bastidor autoportante (apoyado en el suelo). En cualquier caso dispondrá de tomas bajas para impulsión y alta de retorno del Gasóleo, indicador de nivel con contacto de alarma, respiradero, bomba manual de llenado con manguera flexible de 3,5 m y válvulas de purga.

3.2.6. Juegos de herramientas

Se suministrará una caja de herramientas con útiles universales y específica para el GE con un mínimo de 70 unidades entre las que se incluirán: llaves, martillos, juego de atornilladores, alicates, aceitera, bomba de engrase, juego de galgas, cepillos de púas, etc,

3.2.7. Documentación y apoyo técnico

Incluirá la siguiente documentación:

- Planos de esquemas del sistema eléctrico.
- Libros de despiece del motor diesel.
- Manual de mantenimiento.
- Curso básico a personal de Mantenimiento para inspecciones y pruebas periódicas del GE.

3.3. Normas de ejecución de las instalaciones

Para el acondicionamiento del local y obras complementarias necesarias para la instalación del GE, se tendrán presentes las recomendaciones y planos de detalle del fabricante, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas para llevarlas a término y la normativa correspondiente de protección contra incendios en cuanto a sectorización y grado de resistencia al fuego.

Además de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que pudieran afectar emanadas de Organismos Oficiales, específicamente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82 e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84, así como la reglamentaria correspondiente al Ayuntamiento, Medio Ambiente y Bomberos.

3.4. Pruebas reglamentarias

Una vez el GE instalado y dispuesto para su funcionamiento, se examinará la buena ejecución y acabado de las instalaciones, para seguidamente someterlo a las siguientes pruebas:

3.4.1. Funcionamiento manual

Mediante los pulsadores de la placa frontal del cuadro eléctrico se realizarán las siguientes maniobras:

- Arrancada del GE hasta que se consiga la frecuencia y tensión nominales.
- Transferencia de carga de Red al GE, comprobando el buen funcionamiento de las conmutaciones y el tiempo total de la maniobra desde el corte del suministro normal hasta la regularización del suministro mediante el GE.
- Estando el GE en prueba 2), se cortará el suministro de Red comprobando que en estas condiciones no es posible realizar la transferencia manual a Red. Conectando de nuevo el suministro de Red se procederá a la prueba 4).
- Transferencia de carga desde el GE a la Red, volviendo a comprobar el buen funcionamiento de las conmutaciones.
- Parada del GE.

3.4.2. Funcionamiento automático

En esta función el GE debe arrancar por las siguientes causas: fallo total de la red, fallo de algunas de las fases o bajada/subida de tensión de Red por debajo/encima del valor ajustado en los detectores de tensión incorporados en el cuadro. En esta posición se realizarán las siguientes pruebas:

1. Comprobación del arranque y transferencias GE-Red por las tres causas anteriores.
2. Ajustes de temporizaciones de arranque ante fallos de Red y de transferencias de carga. La transferencia de GE a Red se realizará con retardo mínimo de 15 s para confirmar la estabilidad del retorno. Hecha la transferencia GE-Red el GE debe mantenerse girando unos minutos para su refrigeración, parándose por sí solo y quedando en vigilancia para iniciar un nuevo proceso.

3.4.3. Funcionamiento Pruebas

En este funcionamiento se volverán a repetir las pruebas de la función MANUAL EN PRESENCIA de Red. Quitando el suministro de Red, se realizarán las pruebas de la función AUTOMÁTICO. Los resultados deben ser los mismos que los obtenidos en pruebas anteriores.

- Pasando a DESCONECTADO, sea cual fuere el estado de las instalaciones del GE y la función que se encuentre realizando, el GE se debe parar.
- Comprobación de Pulsadores, Lámparas de Señalización y Alarmas de la placa frontal del cuadro eléctrico del grupo y transferencias, debiendo existir como mínimo:
- Conmutador de funciones: AUTOMÁTICO, MANUAL, PRUEBAS Y DESCONECTADO.
- Pulsadores de: ARRANQUE MANUAL, PARADA MANUAL, CONEXIÓN RED, CONEXIÓN GRUPO, CORTE BOCINA, DESBLOQUEO ALARMAS, PRUEBA LÁMPARAS Y PARADA EMERGENCIA.
- Lámparas de señalización: EXISTE RED, EXISTE GRUPO, FALLO ARRANQUE, BAJA PRESIÓN ACEITE Y EXCESO TEMPERATURA.
- Alarmas con identificación: FALLO ARRANQUE AUTOMÁTICO, BAJA PRESIÓN DE ACEITE, PARADA DE EMERGENCIA Y BAJO NIVEL DE COMBUSTIBLE.

4. CUADROS DE BAJA TENSIÓN

4.1. Generalidades

Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 440 V y frecuencia 50/60 Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros serán para montaje mural apoyados en el suelo con unas dimensiones de paneles mínimas de 1.800×800×400 mm y máximas de 2.100×1000×1000mm. Los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 1000×550×180 mm y máximas de 1.500×1000×200 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo, bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo.

Los locales donde se sitúen los Cuadros Generales, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, sus cerramientos dispondrán de una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, deberán cumplir con la ITC-BT-30 apartado 8, disponer de ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30°C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera. Su altura de montaje permitirá la continuidad del rodapié existente de 400 mm.

Todos los cuadros se suministrarán conforme a lo reflejado en esquemas, acabados para su correcto montaje y funcionamiento del conjunto, aún cuando algún material (siendo necesario) no esté indicado explícitamente.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos desarrollados para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.

Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección local para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedará al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el

accionamiento directo a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles provistas de cerradura con llave que lo obstaculice; esta condición es extensiva a todos los cuadros.

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el R.E.B.T., ITC-BT-17, ITC-BT22, ITC-BT23, ITC-BT24 e ITC-BT28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 aplicables a cada uno de sus componentes.

Todos los cuadros llevarán bolsillo portaplanos, portaetiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas, empleándose métodos de construcción que permitan ser certificados por el fabricante en sus características técnicas.

4.2. Componentes

4.2.1. Envolventes

Serán metálicas para Cuadros Generales, y aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios según se especifique en Mediciones.

Las envolventes metálicas destinadas a Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de la instalación, estarán constituidos por paneles adosados provistos de puertas plenas delanteras abatibles o módulos de chapa ciega desmontables que dejen únicamente accesibles en ambos casos los mandos de los interruptores, y traseras desmontables. Los paneles estarán contruidos mediante un bastidor soporte enlazable, revestido con tapas y puertas en chapa electrocincada con tratamiento anticorrosivo mediante polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, grado de protección IP 307 o superiores en Salas de Máquinas o al exterior. Serán conforme a normas UNEEN60.439- 1-3, UNE 20.451, UNE 20.324, e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los paneles ensamblados entre sí y fijados a bancada en obra, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Las puertas delanteras irán troqueladas para dejar paso a los mandos manuales de interruptores, que a su vez irán fijados al bastidor del panel mediante herrajes apropiados al conjunto. Toda la mecanización de las envolventes deberá ser realizada con anterioridad al tratamiento de protección y pintura. La tornillería utilizada para los ensamblados será cadmiada o zincada con arandelas planas y estriadas.

Tanto las puertas traseras como las delanteras cuando las lleven, dispondrán de junta de neopreno que amortigüe las vibraciones.

El cuadro en su conjunto, una vez terminado y con las puertas cerradas, solo podrá dejar acceso directo a los mandos de interruptores por su parte frontal, quedando

a la vista únicamente los mandos, aparatos de medida, manivelas de las puertas, señalizaciones, rótulos, etiqueteros y esquemas sinópticos.

Todos los paneles dispondrán de una borna para conexión del conductor de protección por puesta a tierra.

El acceso al cuadro será únicamente por su parte frontal, debiendo su diseño y montaje permitir la sustitución de la apartamentada averiada sin que sea necesario el desmontaje de otros elementos no implicados en la incidencia.

Estas envolventes una vez fijadas a la bancada y paredes, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la I_{cc} previsible en ellos.

Todas las envolventes descritas anteriormente dispondrán de rejillas y filtro para polvo que favorezcan su ventilación, irán pintadas en color a elegir por la DF y llevarán cáncamos para elevación y transporte.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos ellos serán de doble puerta frontal, la primera transparente o ciega (según Mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestreada de seguridad, y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos. El grado de protección será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales. Su construcción y fijación soportará los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito de 15 kA o superior, para aquellos cuadros cuya intensidad de cortocircuito sea mayor.

4.2.2. Apartamentada

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento, maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexionado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia del diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE-20.460- 4-473.

Esta apartamentada deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que deja sin servicio.

El tarado de protecciones de corto retardo (I_m), en el sistema de distribución TN-S, será igual o inferior a la corriente presunta de defecto (I_d) en el extremo del cable más alejado del disyuntor que le protege; debiéndose cumplir que el producto de la I_d por la suma de impedancias de los conductores de protección, hasta el punto Neutro, sea igual o inferior a 50 V; todo ello de conformidad con la IEC 364 y como cumplimiento de la ITC-BT-24 apartado 4.1.1. Esta condición no es de aplicación a las líneas protegidas en cabecera mediante Dispositivos de disparo Diferencial por corriente Residual (DDRs).

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado en largo retardo (I_r) de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las sollicitaciones térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.

Todos los dispositivos de protección por máxima corriente serán de corte omnipolar, y cuando sean tetrapolares el polo neutro también llevará relé de sobreintensidad.

Cuando exista escalonamiento en las protecciones, se deberán mantener criterios de SELECTIVIDAD NATURAL (amperimétrica, cronométrica o energética), o bien SELECTIVIDAD REFORZADA, conjugando poderes de LIMITACIÓN en los interruptores de cabecera con poderes de corte y sollicitaciones térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo (FILIACIÓN). Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas proporcionadas por el fabricante de la Aparamenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones. (Protección total a los cortocircuitos)

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de disyuntores, Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TNS. No obstante, cuando se utilice el TN-S, la protección contra contactos indirectos de las líneas hasta el último escalón de protección, podrá estar realizada mediante los dispositivos de disparo de máxima intensidad en corto retardo que las protegen.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado.

De acuerdo con la ITC-BT-28 punto 2.1 se dispondrá, para los Servicios de Seguridad de Ascensores, Bomba de Incendio y Extractores de humos, un sistema de protección contra contactos indirectos sin corte al primer defecto, compuesto por transformadores de aislamiento desde los que alimentarán los receptores. Se dispondrán controladores permanentes de aislamientos que al primer defecto emitan señales de aviso en las Salas de los Cuadros correspondientes y en el puesto de Control General. Para un posible segundo defecto se dotarán las salidas con protecciones contra sobretensiones, cortocircuitos y corrientes de fugas, cubriendo las posibilidades de TN o TT. Para evitar las capacidades de los conductores se deberán independizar los de protección en canalizaciones separada de los activos.

Cada cuadro dispondrán de protecciones contra sobretensiones, coordinadas aguas arriba, con las del C.G.B.T.

Todos los interruptores del C.G.B.T. y los dispositivos generales de protección diferencial de los Cuadros Secundarios dispondrán de contactos de defecto para el Sistema de Control general del Edificio.

4.2.3. Embarrados y cableados

En los cuadros CGBT las conexiones entre interruptores y disyuntores con intensidades iguales o superiores a 250 A, se realizarán mediante pletina de cobre con cubierta termorretráctil en colores normalizados fijada a la estructura del cuadro con aisladores o rigidizadores de barraje. Tanto los soportes, como dimensión y disposición de pletinas, formarán un conjunto capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos ante un cortocircuito calculado para ellos en cada caso, de no quedar especificado en otros documentos del Proyecto. El conexionado entre pletinas, y entre ellas y la aparamenta se realizará con tornillería hexagonal de rosca métrica, dispuesta de arandelas planas y estriadas; todo en acero cadmiado. La sección de las pletinas permitirá, al menos, el paso de la intensidad nominal de los interruptores que alimentan, sin calentamientos.

La barra de Neutros será única en todo el recorrido dentro de los Cuadros Generales de Baja Tensión, no existiendo interrupción de la misma incluso en el caso de barrajes separados para diferentes transformadores de potencia, vayan o no acoplados en paralelo.

Cuando los embarrados estén realizados con pletina de 5 mm de espesor ejerciéndose los esfuerzos electrodinámicos en el sentido de esta dimensión, los soportes de fijación del barraje no se distanciarán más de 35 cm, siempre que la pletina pueda vibrar libremente. Si la pletina es de 10 mm instalada en las mismas condiciones, esta distancia máxima entre soportes podrá ser de 50 cm. En ambos casos la carga máxima a la que se verá sometido el barraje de cobre frente a la corriente presunta de cortocircuito en él, deberá ser igual o inferior a 3500 kg/cm² para el cobre de dureza 110 Vickers y 3000 kg/cm² para el de dureza 100 Vickers.

Como cálculo reducido para el cobre de 100 Vickers, podrán utilizarse la siguientes expresiones:

- a) Sin todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga apoyada en sus extremos):

$$Carga\ máxima = \frac{I_{cc}^2 \cdot L^2}{65 \cdot d \cdot W} \leq 3000$$

W = Módulo resistente de la sección en cm³

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito en kA

L= Distancia entre soportes del embarrado en cm

d= Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

- b) Con todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro (viga empotrada en sus extremos):

$$Carga\ máxima = \frac{I_{cc}^2 \cdot L^2}{98 \cdot d \cdot W} \leq 3000$$

W = Módulo resistente de la sección en cm³

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito en kA

L= Distancia entre soportes del embarrado en cm

d= Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

Cuando la barra de cualquiera de las fases esté formada por varias pletinas iguales separadas entre sí para su ventilación, el módulo resistente de la sección total será la suma de los módulos resistentes de cada una de las pletinas que formen dicha barra.

Con los valores obtenidos para la distancia entre apoyos y soportes, se comprobará que el barraje no se verá sometido a fenómenos de resonancia derivados de

la pulsación propia de los esfuerzos electrodinámicos debidos a la corriente eléctrica que por él discurre.

La expresión por la que se rige la frecuencia propia de oscilación del embarrado es:

$$f = 50 \cdot 10^4 \cdot \frac{b}{L^2}$$

En donde:

b = Longitud en cm. de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo.

L = Longitud en cm. medida entre apoyos o soportes rigidizadores del barraje.

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean ($50 \times 2 = 100$ Hz), se ha de elegir una distancia entre apoyos del barraje que dé un cociente entre ambas frecuencias ($f/50$) sensiblemente distinto de 1, 2 y 3.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en B.T. del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde.

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores inferiores a 250 A. Siempre serán con cable flexible RZ1-K-0,6/1 kV (AS) provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. Su canalización dentro del cuadro será por canaletas con tapas de PVC y una rigidez dieléctrica de 240 kV/cm. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los cables a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales redondos, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del cable la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante.

Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 32 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente. Los conductores de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro seguirán siendo

del tipo RZ1-K-0,6/1 kV (AS), con la sección adecuada a la intensidad nominal del disyuntor que la protege.

No se admitirán otro tipo de conexiones en los cableados que las indicadas en este apartado.

4.2.4. Elementos accesorios

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Canaletas, no propagadoras de la llama.
- Rótulos.
- Etiqueteros.
- Señalizaciones.
- Herrajes y fijaciones.
- Bornas.
- Retoques de pintura.

En general, son todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.

Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio.

5. CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN

5.1. Generalidades

Los cables que este apartado comprende, se refiere a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000 V. Todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio. Denominación (AS) en general y (AS+) para Servicios de Seguridad.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, o 0,6/1 kV con tensión de ensayo a 3.500 V, cumpliendo estos últimos con las especificaciones de la Norma UNE-HD603.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Marrón, Negro y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde. Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde. Todos los cables deberán ser dimensionados para:

- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrógenos que será para sus potencias nominales.
- Resistir las solicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.
- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio (ITC-BT-19), deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas desde las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas hasta los Cuadros Secundarios de zona, deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el R.E.B.T., ITC-BT-07 e ITC-BT-19. En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a 1,5mm².

5.2. Tipos de cables y su instalación

5.2.1. Cables 450/750 V (PVC) para instalación en tubos y canales

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 21.031, 20.427, 20.432-1-3, 21.172, 21.174 y 21.147, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad.

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los conductores se introducirán a través de boquillas protectoras.

El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los cables y el diámetro del tubo, serán las indicadas en el apartado “Generalidades” del capítulo

Canalizaciones. Referente a las canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Los cables podrán ser rígidos (H07Z1-U (AS) y H07Z1-R (AS)) o flexibles (H07Z1-K (AS)). Cuando se utilicen cables flexibles, todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT- 19, tablas y Norma UNE-20.460-94/5-523.

De conformidad con la UNE 21.145, para la clase de aislamiento (160°C) de estos cables (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos) la formula aplicable de calentamiento adiabático a un cable en cobre de este tipo de aislamiento será: $I_{cc2 \times t} = 13225 \times S^2$.

5.2.2. Cables RZ1 -0,6/1 kV (AS) para instalación al aire

En este punto también se incluyen los cables con aislamiento en Etileno-Propileno (EPR), instalación al aire según ITC-BT-07 apartado 3.1.4 del R.E.B.T.

Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21.123, 21.147, 21.432, 21.145, 21.174, 21.172, 20.432 e IEE 383-74 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio, total ausencia de halógenos, temperatura de servicio 90° C y de cortocircuitos de corta duración 250° C.

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión, entre CT y CGBT, entre GE y CGBT, entre CGBT y CSs. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto.

Su forma de instalación será la indicada en el apartado “Bandejas” del capítulo de Canalizaciones.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un cable por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de

cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura del cable no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio.

Los terminales se acoplarán a los extremos de los cables de tal manera que no queden partes del conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del cable.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los cables con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT- 07, tablas 11 (aluminio) y 12 (cobre), así como factores de corrección según tablas 13,14 y 15 del R.E.B.T.

De conformidad con la UNE 21.145 para la clase de aislamiento (250° C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de calentamiento adiabático será $I_{cc}^2 \times t = 20473 \times S^2$ para conductor de cobre, e $I_{cc}^2 \times t = 8927 \times S^2$ para el aluminio.

5.2.3. Cables RV 0,6 / 1kV (XLPE) para instalación enterrada

En este punto también se incluyen los cables con aislamiento en Etileno-Propileno (EPR), instalación enterrada según ITC-BT-07 apartado 3.1.2 del R.E.B.T.

Serán para instalación directamente enterrada o en tubo. Cumplirá con las Normas UNE 21.123 y 20.432-1 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, temperatura de servicio 90° C y de cortocircuito de corta duración 250° C.

Los cables se enterrarán a una profundidad de mínima de 60 cm en general y de 80 cm bajo calzadas. Cuando vayan directamente enterrados, la zanja se abrirá a 85 cm de profundidad y 60 cm de ancho. Sobre el terreno firme del fondo, se colocará un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables. Sobre ellos se colocará una nueva capa del mismo material que la cama, con unos 20 cm de espesor. Posteriormente se rellenará la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos una cinta o banda de polietileno de color amarillo en

donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según Norma UNE 48.103.

Cuando por una misma zanja se instalen más de un cable tetrapolar o terna de unipolares la distancia entre ellos debe ser de 8 cm.

En los cruces de calles y badenes se procederá a entubar los cables como medida de protección, no debiendo ser la longitud entubada más de 20 m. Si esta longitud fuera superior, deben aplicarse los factores de corrección correspondientes para cables entubados y calcular la carga máxima en amperios que los cables pueden admitir sin sobrecalentamiento en estas condiciones.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT- 07, tablas 4 (aluminio) y 5 (cobre), así como factores de corrección según tablas 6,7,8,9 y apartados 3.1.2 y 3.1.3 del R.E.B. T.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistemas de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 30 m. Las arquetas, una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento. La intensidad admisible para cables en esta forma de instalación deberá ser calculada teniendo en cuenta un 0,7 por ir en tubos múltiples, más un 0,9 adicional (total $0,7 \times 0,9 = 0,63$) para compensar el posible desequilibrio de la intensidad entre cables cuando se utilicen varios por fase. Siempre partiendo de que los cables vayan enterrados a 60 cm como mínimo de la superficie del terreno y que la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de los cables agrupados sea igual o superior a 2.

Una variante a la instalación en tubo enterrado calificada como más aconsejable, la constituye el empleo de atarjeas con tapas registrables, en donde los cables clasificados en ternas se fijan a soportes formados por perfiles metálicos normalizados recibidos a las paredes, garantizando en ellas la ventilación por los extremos.

En el tendido de cables mediante sistemas mecánicos de tracción y rodadura, se dispondrá de un dinamómetro y sistema calibrado de protección por ruptura, que interrumpa la tracción al superarse los esfuerzos máximos de 5 kg/mm² de sección del conductor de cobre, o de 2,5 kg en el caso de aluminio. La velocidad de tendido no debe exceder de 5 m/min.

Para estos cables también rigen las prescripciones del apartado de Cables RZ1-0,6/1 kV. de este capítulo.

5.2.4. Cables resistentes al fuego denominación (AS+) para instalación al aire.

La característica particular es la de su comportamiento ante el fuego, debiendo cumplir el ensayo especificado en las Normas UNE 20.431 y UNE-EN 50.200. El resto

de características serán las indicadas en el apartado de Cables RZ1- 0,6/1kV de este capítulo.

Se utilizarán para los Servicios de Seguridad desde el Grupo Electrónico hasta cada uno de los receptores utilizados.

6. CANALIZACIONES

6.1. Generalidades

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar conductores eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V. Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material de PVC rígido, no propagadores de la llama.
- Canales protectores metálicos.
- Canales protectores en material PVC rígido, no propagadores de la llama.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material PVC curvable en caliente, no propagadores de llama.
- Tubos en material PVC flexible no propagadores de la llama.
- Tubos especiales.

Las bandejas metálicas y de PVC pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular. Todas ellas serán sin tapa para diferenciarlas de las canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Las canales metálicas pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural adosadas a paredes y techos. También podrán ser instaladas sobre soportes fijados a paredes y techos a semejanza de las bandejas.

Las canales en PVC serán todas para montaje mural.

Antes del montaje en obra de las bandejas y canales, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, planos de planta donde se refleje exclusivamente el trazado a doble línea con dimensiones reales de bandeja y canales, las líneas que conducen por cada tramo, sus ascendentes en Montantes, así como detalles de soportes y fijaciones a paredes y techos disposición de los conductores en ellas con sus ataduras etc. En estos planos también irán representados todos los cuadros y tomas eléctricas, con su identificación correspondiente, entre los que bandejas y canales sirven de canalizaciones para los cables de líneas de interconexión entre ellos.

Los tubos rígidos, sean metálicos o de PVC, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de PVC flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.

Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de PVC, los flexibles en PVC con espiral de refuerzo interior en PVC rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta la instrucción ITC-BT-21 del R.E.B.T., teniendo presente que, en cuanto al número de conductores a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro exterior del tubo se regirá por la siguiente tabla.

	Hilo rígido unipolar V-750							Conductor mm^2 Hilo rígido unipolar 0,6/1 kV				Hilo rígido tetrapolar 0,6/1 kV					
Tubo Mm	1,5	2,5	4	6	10	16	25	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
16	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	6	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	7	6	5	3	2	-	-	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-
32	-	4	6	5	4	3	2	4	3	2	-	-	1	1	-	-	-
40	-	-	7	6	5	4	3	5	4	3	2	-	1	1	1	1	-
50	-	-	-	-	7	6	4	7	6	5	4	2	1	1	1	1	1
63	-	-	-	-	-	7	6	-	7	6	5	3	2	2	1	1	-
75	-	-	-	-	-	-	7	-	-	7	6	3	3	2	2	2	-

Tabla 30. Número de conductores por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro del tubo

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares

rígidos, puede calcularse mediante la expresión $\text{Diámetro Tubo} = 10 \times S^{1/2}$, siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm² como máximo.

6.2. Materiales

6.2.1. Bandejas

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los conductores se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.

En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman.

Cuando el circuito exija más de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro de las mismas. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada dos metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 27- 501/88 y 37- 508/88) en acero inoxidable o zincadas, disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento, piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte estará en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para echar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.

Las bandejas metálicas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc, (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable desnudo en cobre de 16 mm² para la tierra en todo su recorrido.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre soportes mayores de 1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro de 4,5-5 mm.

Para las bandejas metálicas, en el montaje, se establecerán cortes en su continuidad cada 15 metros que eviten la transmisión térmica. Esta interrupción no afectará a su conductor de puesta a tierra. En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en todos los extremos.

Cuando los soportes metálicos de las bandejas (también metálicas) estén en contacto con herrajes cuyas puestas a tierra tienen que ser independientes (Centro de Transformación y CGBT), se interrumpirá su continuidad con un corte de 15 cm entre los soportes conectados a una u otra puesta a tierra. En este caso también se interrumpirá el conductor de equipotencialidad de la bandeja.

Las bandejas de PVC rígido serán para temperaturas de servicio de -20°C a $+60^{\circ}\text{C}$, clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86. Su rigidez dieléctrica será como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a 40°C .

Alto x ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
60 x 200	2,7	1,810	22,5
60 x 300	3,2	2,770	33,7
60 x 400	3,7	3,770	45,6
100 x 300	3,7	3,690	57,3
100 x 400	4,2	4,880	77,2
100 x 500	4,7	6,350	96,6
100 x 600	4,7	7,230	116,5

Tabla 31. Dimensión, espesor, peso y carga de bandejas de PVC rígido

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

En galerías donde las bandejas con cables eléctricos compartan espacios con otras instalaciones, especialmente tuberías de agua, se instalarán siempre por encima de ellas permitiendo al propio tiempo el acceso a sus cables, bien para ser sustituidos, bien para ampliación de los mismos. En estas galerías con cables eléctricos, no está permitido el paso de tuberías de gas (ITC-BT-07 apartado 2.1.3.1).

6.2.2. Canales protectores

Quedarán identificadas por ser cerradas de sección rectangular debiendo cumplir con la ITC-BT-21 y UNE-EN 50.085-1. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuas o ventiladas.

Todas las canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellas cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de PVC rígido, aquellas que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estas se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Las canales eléctricas para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos.

Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado de 1,5 mm de espesor. Estas canales serán de 200×35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Las canales metálicas para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones.

Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables.

Dentro de estas canales cabe diferenciar a las destinadas a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellas los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Las canales de PVC rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40°C:

Alto x ancho (mm)	Espesor (mm)	Peso (kg/m)	Carga (kg/m)
50 x 75	2,2	1,180	6,7
60 x 100	2,5	1,190	10,8
60 x 150	2,7	2,310	16,6
60 x 200	2,7	2,840	22,5
60 x 300	3,2	4,270	33,7
60 x 400	3,7	5,970	45,6

Tabla 32. Dimensión, espesor, peso y carga de canales de PVC rígido

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinadas, quedando condicionadas a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc. Su instalación será realizada conforme a la UNE-20.460-5-52 e instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

6.2.3. Tubos para instalaciones eléctricas

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso, cumpliendo todos ellos con la ITC-BT-21 del R.E.B.T:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.
- Tubos en PVC rígidos.
- Tubos en PVC corrugados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los tubos de acero serán del tipo contruidos en fleje laminado en frío, recocido o caliente con bajo contenido de carbono, cumpliendo con las normas EN- 60.423 y UNE-50.086-1 apartados 10.3, 12.1 y 14.2. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indiquen otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:

	TUBOS DE ACERO DE UNIONES ROSCADAS							
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared/mm	-	1,25	1,25	1,35	1,35	1,55	1,52	2,00

Tabla 33. Diámetro y espesor de pared de tubos de acero de unión roscada

	TUBOS DE ACERO DE UNIONES ENCHUFABLES							
Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63
Espesor pared/mm	-	1,05	1,05	1,05	1,25	1,25	1,55	1,55

Tabla 34. Diámetro y espesor de pared de tubos de acero de uniones enchufables

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo, cadmiadas o zincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 500 mm.

Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro.
- Antes y después de una curva a 100 mm como máximo.
- Antes y después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo.

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.

Los tubos corrugados en PVC, serán para instalación empotrada únicamente.

Como los anteriores, serán conforme a la UNE 20.432 (no propagadores de la llama), con dimensiones según UNE 50.086-2-3 y UNE-60.423, siendo su resistencia al impacto de un julio.

Los tubos corrugados reforzados en PVC, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores, siendo la resistencia al impacto de dos julios.

La fijación de los tubos corrugados por encima de falsos techos se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijaciones sucesivas no será superior a 1000 mm.

El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los tubos para canalizaciones eléctricas enterradas, destinadas a urbanizaciones, telefonías y alumbrado exterior, serán en PVC del tipo corrugado construido según UNE-50.086-2-4 con una resistencia a la compresión de 250 N.

Siendo sus diámetros en mm los siguientes:

	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS ENTERRADAS						
Ø referencia	50	65	80	100	125	160	200
Ø exterior/mm	50	65,5	81	101	125	148	182
Espesor pared/mm	43,9	58	71,5	91	115	148	182

Tabla 36. Diámetros de tubos de PVC corrugados

Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.

Para la instalación de tubos destinados a alojar conductores se tendrán en cuenta, además de las ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21, la Norma UNE-20.460- 5-523 y las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose repasar sus bordes para eliminar rebabas.
- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca, contratuerca y berola.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.
- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.
- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro,

que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.

- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.
- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamientos diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros. La fijación de las cajas serán independientes de las de canalizaciones.
- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, PVC rígido o PVC liso reforzado. En las de PVC corrugado, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.
- Los tubos serán en todo caso libres de halógenos.

6.2.4. Cajas de registro, empalme y mecanismos

Podrán ser de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular, para tensión de servicio a 1.000 V. La utilización de unas u otras estará en función del tipo de instalación (vista o empotrada) y tubería utilizada.

Las dimensiones serán las adecuadas al número y diámetro de las tuberías a registrar, debiendo disponer para ellas de entradas o huellas de fácil ruptura. La profundidad mínima será de 30 mm.

Las cajas de mecanismos para empotrar, serán del tipo universal enlazables, cuadradas de 64×64 mm para fijación de mecanismos mediante tornillos.

Las cajas metálicas dispondrán de un tratamiento específico contra la corrosión.

Cuando las cajas vayan empotradas, quedarán enrasadas con los paramentos una vez terminados, para lo cual se tendrá un especial cuidado en aquellos que su acabado sea alicatado.

Todas las tapas de los registros y cajas de conexión, deberán quedar accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La situación de registros se realizará de conformidad con la DF, siempre con el fin de que queden accesibles y al propio tiempo lo más ocultos posibles.

7. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

7.1. Generalidades

Las características de estas instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITCBT- 22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los conductores empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional. Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% para la instalación de alumbrado y del 5% para las de fuerza desde la Caja General de B.T. hasta el punto más alejado de la instalación para el caso de una acometida en Baja Tensión. Cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida en B.T. de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4.5% para alumbrado y del 6.5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en B.T. de vacío de los transformadores.

Estas instalaciones, definidas en la ITC-BT-12 del R.E.B.T. como de “ENLACE”, cuando partan de un Centro de Transformación propio constarán de los apartados que a continuación se describen.

7.2. Línea general de alimentación (LGA)

Enlazará las bornas de B.T. de los transformadores con los interruptores de protección en B.T. de los mismos, situados generalmente en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT). Su realización será conforme a lo indicado para ella en la Memoria Descriptiva de este proyecto.

Su cálculo y diseño se realizará para transportar las potencias nominales de los transformadores y de los grupos electrógenos que como suministros normal y complementario han de alimentar al cuadro CGBT.

7.3. Cuadro general de baja tensión (CGBT)

Está destinado a alojar los dispositivos de protección contra sobreintensidades, sobretensiones y cortocircuitos de las líneas de llegada procedentes de los transformadores de potencia y grupos electrógenos que lo alimentan, así como de los correspondientes a las líneas de salida alimentadoras de Cuadros Secundarios de zona (CSs), diseñados para las instalaciones interiores según el documento de planos de este proyecto, que contienen además protecciones contra contactos indirectos, selectivos con los dispuestos en las propias salidas a receptores de los citados CSs.

7.4. Líneas de derivación de la general (LDG) e individuales (LDI)

Las LGD y LDI enlazarán el cuadro CGBT con los CSs. Su cálculo y diseño se realizará conforme a las potencias instaladas y simultáneas relacionadas en otros documentos de este proyecto, cumpliendo con los criterios que para ellas han quedado definidas en el apartado de “Generalidades” correspondiente a CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones. Cuando estas líneas discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o patinillo de obra de fábrica cuyas paredes deben ser RF-120, siendo de uso exclusivo para este fin y estableciéndose sellados cortafuegos que taponarán las ranuras de forjados cada tres plantas como mínimo. Las tapas o puertas que den acceso a las canaladuras o patinillos serán RF-60.

7.5. Cuadros secundarios (CS)

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobreintensidades, sobretensiones, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz, tomas de corriente usos varios e informáticos, tomas de corriente de usos específicos, etc., según se describe en el punto siguiente.

El diseño y características técnicas de cuadros CSs, cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

7.6. Instalaciones de distribución

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, cajas de registro y derivación, conductores y mecanismos para la realización de puntos de luz y tomas de corriente a partir de los cuadros de protección, según detalle de planos de planta. Así como los receptores de otros Servicios (A.A. Cocina, etc.).

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente conductores con aislamiento nominal 450/750 V protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser PVC corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será PVC corrugado reforzado fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o PVC rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc), registrándolas con una tapa común.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conexionarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.

Tanto para las distribuciones de alumbrado como para las de fuerza, se instalará tubo independiente para canalizar los conductores de protección (amarilloverdes) que seguirá el mismo trazado y compartirá las cajas de registro de su propia instalación.

Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección podrá compartir canalización con los conductores activos.

Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser 2,5 mm². Esta forma de instalación no será válida para canalizaciones en tubo de acero y canales metálicos en donde los conductores de protección deberán compartir tubo o canal con los activos de su circuito.

El paso de conductores a las canalizaciones y su posterior conexionado, se realizará con las canalizaciones ya fijadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.

La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente.

Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.

Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno.

Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Estas consideraciones generales no son aplicables a la distribución para Alumbrado Público cuya forma de instalación se trata de forma particular en este capítulo, debiendo cumplir con la ITC-BT-09.

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60 cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha. Podrá instalarse un bloque de alimentación de afeitadoras especial e interruptores de tirador.

No se admitirá en ningún caso cables grapados directamente a paramentos, sea cual fuere su tensión nominal y su instalación vista u oculta. Para las distribuciones, los conductores siempre han de canalizarse en tubos o canales.

7.6.1. Distribución para alumbrado normal

Comprenderá el suministro, instalación y conexión de canalizaciones, registros, conductores y mecanismos para todos los puntos de luz y tomas de corriente marcados en planos de planta.

En los puntos de luz relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario, estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de la zona, alimentan a los puntos de luz desde sus cajas de derivación.

En el caso de circuitos alimentadores a cuadros de protección en habitaciones, su medición figurará a parte de los puntos de luz.

En el replanteo de zonas alimentadas por un cuadro de protección, quedarán perfectamente identificadas y limitadas cada una de ellas en los planos de planta. La identificación de zona coincidirá con la del cuadro que la alimenta.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimentará, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Las potencias serán las obtenidas de las lámparas de los aparatos de alumbrado previstos, teniendo en cuenta que para lámparas fluorescentes el cálculo se debe ajustar a la potencia de la lámpara multiplicada por 1,8. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un círculo, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta los locales que alimenta.

Las zonas que forman parte de las vías de evacuación o aquellas que por sí solas pueden considerarse como de pública concurrencia, deberán estar alimentadas por tres circuitos (como mínimo) procedentes de Dispositivos con disparo por corriente Diferencial Residual distintos, y también de fases distintas.

Cuando en un local con varios puntos de luz, el encendido de ellos se realice con distintos interruptores, estos encendidos deberán quedar representados en planos de planta mediante una letra minúscula que identifique el interruptor con los puntos de luz que acciona.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser igual o inferior al 1,5 % de la tensión nominal, calculada para la potencia instalada.

Los interruptores de accionamiento local serán, como mínimo de 10 A y para tensión nominal de 250 V.

El número de lámparas fluorescentes accionadas por un solo interruptor de 10 A-250 V no superará a ocho para lámparas de 36 W, cinco para 58 W y doce para 18 W cuando la compensación del factor de potencia esté realizada con condensador instalado en paralelo.

La sección de los conductores activos será de 1,5 mm² para todos los casos, salvo que la necesidad de utilizar otra sección superior quede justificada. Aun así, siempre la protección de estos conductores se realizará con disyuntores de 10 A de intensidad nominal instalados en los cuadros del primer escalón de protección.

7.6.2. Distribución para Alumbrado de Emergencia

Como Alumbrado de Emergencia se considerarán los de Seguridad (Evacuación, Ambiente y Zonas Alto Riesgo).

El alumbrado de Seguridad se realizará mediante aparatos autónomos automáticos con lámparas fluorescentes para el Alumbrado de Evacuación y fluorescentes para el de Ambiente. Los de evacuación irán instalados en el techo a ejes de pasillos siendo la separación entre ellos la necesaria para obtener una iluminación

mayor o igual a 1 lux en el eje; en este cálculo no computarán los aparatos de emergencia necesarios para la señalización de caminos de evacuación, cuadros eléctricos y puestos de incendios. Su alimentación será desde los cuadros de protección del alumbrado normal, utilizando circuitos de uso exclusivo.

En las vías de evacuación se utilizarán luminarias de acción permanente y todos dispondrán de telemandos para su puesta en reposo y comprobación.

Los aparatos autónomos y los de alumbrado normal de un mismo local, estarán alimentados, al menos, por un mismo Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR).

Cuando en un mismo local haya dos o más aparatos autónomos, estos deberán ser alimentados, al menos, con dos circuitos distintos.

7.6.3. Distribución para tomas de corriente

Los circuitos destinados a estos usos serán independientes de los utilizados para los alumbrados y sus sistemas de protección en el cuadro de zona serán de destino exclusivo.

Las canalizaciones y cajas de registro o derivación, serán totalmente independientes del resto de las instalaciones, si bien cumplirán con todo lo indicado para las de alumbrado normal, incluso para los conductores de protección cuyo tubo, cuando sea en PVC, será distinto de los destinados a los conductores activos.

En los puntos de toma de corriente relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de zona, alimentan a las tomas de corriente desde sus cajas de derivación.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimenta, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un cuadrado, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta las tomas eléctricas que alimenta.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser inferior al 1,5 % de la tensión de servicio calculada para la potencia instalada.

Todas las tomas de corriente igual o superiores a 1.000 VA deberán ser alimentadas con un disyuntor de uso exclusivo.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V. La sección mínima de los conductores activos será de 2,5

mm², no debiendo ser utilizados para tomas de 16 A secciones superiores, salvo que se justifique.

No se admitirá como caja de paso o derivación, la propia caja de una toma de corriente, salvo en el caso de que esta caja esté enlazada con la que de ella se alimenta.

7.6.4. Distribución para Alumbrado Público

Será realizada en canalización enterrada a 40 cm de profundidad como mínimo registrada en arquetas situadas junto a la base de los báculos o pasos de calzadas, separadas como máximo 25 m. La canalización será en tubo PVC corrugado reforzado de Ø 100 mm, señalizado mediante una cinta que advierte la presencia de cables de alumbrado exterior, situado a una distancia mínima del nivel del suelo de 10 cm y a 25 cm por encima del tubo.

Los cables serán unipolares en cobre, designación UNE RV 0,6/1 kV con sección mínima de 6 mm².

Las conexiones entre la red de distribución y los cables de las luminarias, se realizarán siempre en la base de los báculos, para lo cual todos ellos dispondrán a 30 cm del suelo, de una portezuela con llave y protegida contra el chorro de agua, que permita acceder a ellas. En este registro se dispondrá, además de los bornes de conexión, de un fusible de protección de 10 A para la derivación a su luminaria.

No se admitirán conexiones en otros registros que no sean los de las bases de los báculos.

La distribución de los circuitos en el reparto de luminarias, se realizará para establecer un encendido total y dos apagados parciales, debiendo cuidarse que en los dos apagados uno corresponda a un tercio de las luminarias y el otro al resto, quedando la iluminación en ambos bien repartida.

El cálculo de líneas se realizará para circuitos monofásicos con una caída máxima de tensión igual o inferior al 3 % en el punto más alejado. La carga será calculada para la potencia de las lámparas multiplicada por 1,8.

El circuito de enlace entre las luminarias y la placa de bornes de la base del báculo, será RV 0,6/1 kV de 3×2,5 mm².

Todos los báculos se pondrán a tierra mediante un electrodo de acero cobrizado clavado en su arqueta de derivación, enlazándose todos los electrodos mediante un cable de 35 mm² en cobre desnudo directamente enterrado por debajo de la canalización. Esta puesta a tierra asociada con los DDRs, garantizarán que la tensión de contacto límite UL sea inferior a 24 voltios.

El cuadro de protección y encendido, dispondrá de reloj astronómico para un encendido y dos apagados, disyuntores de 2×25 A para protección de circuitos de salida

provistos de Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR) de media sensibilidad y sistema de encendido Manual-Cero-Automático por circuito.

8. RED DE TIERRAS

8.1. Generalidades

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto V_d generará una corriente I_d de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la V_d pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión de contacto U_L a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto I_{mc} . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE: $U_L < 65V$ e $I_{mc} < 50 \text{ mA}$, lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo) $R_m = 65/0,05 = 1.300 \Omega$.

El R.E.B.T. toma como límite $U_L < 50V$ (en vez de $65V$) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5 \text{ mA}$; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de defecto V_d , de lugar a una corriente I_d suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a $0,05$ segundos.

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto U_L superior a 50 V en una pieza conductiva no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V .

Para que la intensidad de defecto I_d sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de conductores a emplear serán en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de $450/750 \text{ V}$ con tensión de prueba de 2.500 V , como mínimo, color Amarillo-Verde. El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima

intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la solicitud térmica sin deterioro de su aislamiento.

Estos conductores podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del R.E.B.T., o bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.

Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1. referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

8.2. Redes de tierra independiente

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamientos.

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alojado en caja aislante 5 kV y a partir de él hasta el electrodo en cable RV-0,6/1kV.

En un edificio con Centro de Transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen:

8.2.1. Red de Puesta a Tierra de Protección Alta Tensión

Enlazará todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de A.T., puestas a tierra de seccionadores de p.a.t., cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en A.T. y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del Centro de Transformación.

El mallazo será electrosoldado con redondo de 4 mm, formando una retícula de 30×30 cm que se instalará en todo el CT, cubriéndose posteriormente con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo. El mallazo se pondrá a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de Ø fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adecuado en sus conexiones a

elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a $10\ \Omega$, estando separada del resto de puestas a tierra una distancia mínima de 15 metros.

8.2.2. Red de Puesta a Tierra de Servicio

Dentro de esta red se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

- Neutros de estrella en B.T. de transformadores de potencia. El número de ellas será el mismo que de transformadores de potencia.
- Neutros de generadores de corriente alterna. Como las anteriores, serán tantas como generadores.
- Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan.

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIERAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08. Una vez realizadas, se preverá su interconexión de la siguiente forma:

Los neutros de transformadores quedarán unidos entre sí en la barra general de neutros del CGBT, a través del disyuntor de B.T. de cada uno de ellos.

- La de los generadores de corriente alterna lo harán de igual forma, cuando les corresponda suplir al suministro normal y acoplarse al CGBT para dar el suministro complementario.
- La de autoválvulas, limitadores o descargadores se enlazarán entre sí, quedando unida a la barra de neutros del CGBT a través de un puente de comprobación propio.
- La resistencia de puesta a tierra individual para cada red independiente, no será en ningún caso superior a 8Ω , y del conjunto de todas las susceptibles de funcionar normalmente acopladas de 2Ω .

8.2.3. Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio

Enlazará entre sí la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace se realizará con conductores de cobre desnudo de 35 mm² de sección, enterrado a una profundidad de 80 cm por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, se pondrá a tierra mediante el empleo de picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizará en las conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y propias conexiones a pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

La sección del cable será uniforme en todo su tendido, incluso en las diferentes derivaciones. Las picas para su puesta a tierra serán en acero cobrizado con Ø 1,4 cm y longitud 200 cm. Se instalarán en todo el recorrido haciéndoles coincidir con los cambios de dirección, nudos y derivaciones, debiendo estar separadas una de otra entre 400 y 600 cm. En el hincado de las picas se cuidará no desprender, con los golpes, su cubierta de cobre.

Para las tomas de tierra de instalaciones se preverá una arqueta de obra civil por cada toma, debiendo ser sus dimensiones interiores 62×50 cm de planta y 25 cm de profundidad. Irá rematada con cerco en L-7 y tapa de hormigón con parrilla formada por redondos de 8 mm cada 10 cm, provista de asidero plegable para su registro. En el interior de estas arquetas se instalará un punto de puesta a tierra formado por pletinas de cobre cadmiado de 25×4 cm con puente de comprobación y fijadas a la arqueta sobre aisladores de apoyo.

Se deberán dejar previstas arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT permitiendo con esta barra la unificación entre ambas redes.

El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de P.A.T. tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV- 0,6/1kV canalizado en tubo aislante.

8.2.4. Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de B.T., normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora

de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión.
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Todas las masas metálicas significativas del edificio.
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas.
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT- 18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra para el conjunto no superará los 2Ω . Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedarán reducidas a:

- Red de protección Alta Tensión.
- Red de protección de Servicio.
- Red unificada de protección BT/Estructura.

La unificación de la red de Protección de BT-Estructura con la de Servicios, se realizará en función de la necesidad de mantener un régimen de neutro en esquema TT o en TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el CGBT, uniendo entre sí la pletina de neutros y la colectora de tierras de Protección en BT.

Para la realización de los electrodos de puesta a tierra, se utilizarán las configuraciones tipo con sus parámetros característicos definido en el tratado “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de

Transformación” conectados a redes de Tercera Categoría”, editado por UNESA. Asimismo y con el fin de analizar el tipo de electrodo necesario en cada caso, así como distribuirlos adecuadamente manteniendo las distancias para considerarlas como tomas de tierras independientes, al comienzo de las obras el instalador estará obligado a realizar las medidas pertinentes de las resistividades de los terrenos disponibles.

9. LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES

9.1. Generalidades

Los tipos de luminarias y lámparas a utilizar serán los indicados en otros documentos del Proyecto. Su elección, situación y reparto estarán condicionados a la clase de falsos techos, distribución y coordinación con otras instalaciones fijadas a los mismos, así como a conseguir los niveles de iluminación reflejados en Memoria.

Todos los aparatos de iluminación y sus componentes deberán cumplir en la fabricación y montaje, las siguientes condiciones generales:

1. Las partes metálicas sometidas normalmente a tensiones superiores a 24V durante su funcionamiento, no podrán quedar expuestas a contactos directos fortuitos.
2. Cuando en su montaje dejen accesibles partes metálicas no sometidas normalmente a tensión, dispondrán de una borna que garantice la puesta a tierra de todas esas partes. Esta borna no quedará expuesta directamente a la vista.
3. Deberán contar con aberturas suficientes para permitir una ventilación correcta de los elementos generadores de calor e impida que se superen las temperaturas máximas admisibles para su funcionamiento. Estas aberturas quedarán ocultas y no dejarán que el flujo luminoso se escape por ellas.
4. Los elementos de fijación o ensamblaje de componentes quedarán ocultos, bien por no estar expuestos a la vista, bien por quedar integrados (no destaquen) y pintados en el mismo color.
5. Cuando sean para interiores, su construcción será tal, que una vez montados, no existan partes de ellos con temperaturas superiores a 80°C en contacto con elementos constructivos u otras instalaciones del edificio. Aun con mayor motivo, cuando estos elementos sean combustibles.
6. El cableado interior será con conductores en cobre, designación H07Z1- R aislamiento 450/750 V salvo luminarias de alumbrado exterior y casos

especiales de temperaturas altas, siendo su sección mínima de 1,5 mm², separado su trazado de la influencia de los elementos generadores de calor.

7. Deberán exhibir, marcadas de forma indeleble, las características eléctricas de alimentación, así como la potencia de lámparas a utilizar.
8. Cuando sean del tipo integrado con el sistema de climatización, se hará constar en Planos y Mediciones, indicando si son para retorno, impulsión o para ambas funciones.
9. No permitirán que a través de ellos, una vez instalados, se deje a la vista o se ilumine el espacio oculto por los falsos techos donde van fijados.
10. Tanto el cableado como los componentes auxiliares que no formen parte de la óptica e iluminación, no estarán expuestos a la vista, permitiendo fácilmente la sustitución de aquellos que sean fungibles en su funcionamiento normal.

PRESUPUESTO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA	cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1. CENTRO DE SECCIONAMIENTO			
Ud Aparamenta de Mt en el CS Equipos de Media Tensión para la protección y el mando en la instalación del CS: - Compacto Merlin Gerin gama RM6, modelo RM6 3I , referencia RM63I, para tres funciones de línea de 400 A, según las características detalladas en memoria, con capotes cubrebornas y lámparas de presencia de tensión, instalado. -3 Ud. Juego de 3 conectores apantallados en "T" roscados M16 400 A para celda RM6.	1	8865,00	8.865,00
Ud Varios en CS Elementos varios en el Centro de Seccionamiento: - 1 Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado. - 1 Banqueta aislante para maniobrar apartamenta. - 1 Par de guantes de maniobra. - 4 Placas reglamentarias PELIGRO DE MUERTE, instaladas. - 1 Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	1	585,00	585,00
Ud Puesta a tierra - 1 Ud. de tierras exteriores código 5/42 Unesa, incluyendo 3 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto. -1 Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm2 de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria .	1	932,00	932,00
TOTAL CENTRO DE SECCIONAMIENTO			10.382,00
2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
Ud Aparamenta de MT en el CT Equipos de Media Tensión para la protección y el mando en la instalación del CT: -1 Ud. Cabina de remonte de cables Merlin Gerin gama SM6, modelo GAME, referencia SGAME16, de conexión superior por barras e inferior por cable seco unipolar instalados. -1 Ud. Cabina de remonte de barras y acoplamiento de Merlin Gerin gama SM6 modelo GIM, de conexión superior por barras. -1 Ud. Cabina interruptor-fusible Merlin Gerin gama SM6, modelo QMBD, con interruptor seccionador en SF6 de 400A en SF6 con mando CI1 anual-	1	20.125,00	20.125,00

-1 Ud. Cabina de medida Merlin Gerin gama SM6, modelo GBC-C, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, según características detalladas en memoria, instalados.

Ud Transformador de potencia

Instalación de transformador de potencia, alimentación en MT, salida en BT y sondas de temperatura para su protección:

- Transformador trifásico reductor tipo seco encapsulado clase F, interior e IP00, de Merlin Gerin (según Norma UNE 21538). Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas.

Potencia nominal:

800 kVA. Relación: 15/0.42 KV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 6%. Regulación:

+/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11.

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

- Ud. Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103 para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.

Ud cableado de conexión

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión para interconexión entre el centro de seccionamiento y el centro de transformación.

Ud elementos de seguridad

Elementos de seguridad:

- banqueta aislante,
- cartel primeros auxilios,
- cartel de las cinco reglas de oro.
- bandeja portadocumentos.

Ud Puesta a tierra

- 1 Ud. de tierras exteriores código 5/42 Unesa, incluyendo 3 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.

-1 Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm2 de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.

TOTAL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1 18.750,00 18.750,00

1 552,00 552,00

1 73,00 73,00

1 932,00 932,00

40.432,00

3. CUADROS ELÉCTRICOS			
<p>Ud Cuadro General de Baja Tensión</p> <p>Cuadro general baja tensión (C.G.B.T.), con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.</p> <p>Ud Cuadro secundario CT</p> <p>Cuadro secundario del centro de transformación, con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.</p> <p>Ud Cuadro secundario ASC1-ASC2</p> <p>Cuadro secundario ascensor 1-2, con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.</p> <p>Ud Cuadro secundario COC</p> <p>Cuadro secundario de la cocina, con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.</p> <p>Ud Cuadro secundario PCI</p> <p>Cuadro secundario incendios, con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.</p>	1	45.148,50	45.148,50
	1	511,00	511,00
	2	1362,00	2.724,00
	1	8.955,00	8.955,00
	1	564,50	564,50

Ud Cuadro secundario CAM

Cuadro secundario camaras, con apartamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.

1 4.511,00 4.511,00

Ud Cuadro secundario 5.0/4.3/3.2

Cuadro secundario de planta y zona indicadas, con apartamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.

3 12.317,00 36.951,00

Ud Cuadro secundario 4.1/4.2/3.1/3.0/2.1/2.0

Cuadro secundario de planta y zona , con apartamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.

6 13.261,00 79.566,00

Ud Cuadro secundario POL

Cuadro secundario polideportivo, con apartamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.

1 6558,50 6558,50

Ud Cuadro secundario 4.0

Cuadro secundario de planta y zona, con apartamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.

1 6013,75 6.013,75

Ud Cuadro secundario GIM

Cuadro secundario gimnasio, con apartamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para

1 6013,75 6.013,75

apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexión, pruebas y puesta en servicio.

Ud Cuadro secundario 2.2

Cuadro secundario de planta y zona, con aparamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexión, pruebas y puesta en servicio.

1 12.559,86 12.559,86

Ud Cuadro secundario POE

Cuadro secundario seguridad, con aparamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexión, pruebas y puesta en servicio.

1 511,00 511,00

Ud Cuadro secundario ALUM 1-ALUM2

Cuadro secundario alumbrado exterior, con aparamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexión, pruebas y puesta en servicio.

2 2.342,00 4684,00

Ud Cuadro secundario VEST

Cuadro secundario vestuario, con aparamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexión, pruebas y puesta en servicio.

1 5711,30 5711,30

Ud Cuadro secundario 1.0

Cuadro secundario de planta y zona, con aparamenta y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexión, pruebas y puesta en servicio.

1 12.347,72 12.347,72

Ud Cuadro secundario 1.1 Cuadro secundario de planta y zona, con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.	1	11864,45	11.864,45
Ud Cuadro secundario GPF Cuadro secundario grupo presión fontanería, con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.	1	719,87	719,87
Ud Cuadro secundario AA1 Cuadro secundario aire acondicionado, con apartament y envolvente marca MERLLIN GUERIN o equivalente, apto para montaje superficial y completo de puerta plena con cerradura, embarrado, zócalo para apoyo, tapas placas ciegas, distribuidores, polybloc, etiquetas identificativas de circuitos. Completo e instalado de acuerdo con su Esquema Unifilar, Planos, Memoria y Pliego de Condiciones, incluyendo montaje, conexionado, pruebas y puesta en servicio.	1	11.747,00	11747,00
TOTAL CUADROSELÉCTRICOS			257.662,00
4. CONDUCTORES Y LÍNEAS ELÉCTRICAS			
MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x240mm2 (AS) Cable Libre de Halógenos (AS), PRYSMIAN o equivalente, AFUMEX 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 1x240 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.	290	31,43	9.114,70
MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x150mm2 (AS+) Cable Resistente al Fuego (AS+), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS+), RZ1-0,6/1 kV 1x240 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de compuesto especial de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama ni incendio, libre de halógenos, sin	280	19,88	5.566,40

desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x10mm2 (AS)

Cable Libre de Halógenos (AS), PRYSMIAN o equivalente, AFUMEX 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 4x10 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x25mm2 (AS)

Cable Libre de Halógenos (AS), PRYSMIAN o equivalente, AFUMEX 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 4x25 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x35mm2 (AS)

Cable Libre de Halógenos (AS), PRYSMIAN o equivalente, AFUMEX 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 4x35mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x50mm2 (AS)

Cable Libre de Halógenos (AS), PRYSMIAN o equivalente, AFUMEX 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 4x10 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

50	6,23	311,50
360	15,00	5.400,00
30	21,60	648,00
630	34,13	21.501,90

MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x6mm2 (AS)

Cable Libre de Halógenos (AS), PRYSMIAN o equivalente, AFUMEX 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 4x6 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

40

3,80

152,00

MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x70mm2 (AS)

Cable Libre de Halógenos (AS), PRYSMIAN o equivalente, AFUMEX 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 1x70 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

1.560

10,00

15.600,00

MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x95mm2 (AS)

Cable Libre de Halógenos (AS), PRYSMIAN o equivalente, AFUMEX 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 1x95 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

80

12,80

1.024,00

MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x25mm2 (AS+)

Cable Resistente al Fuego (AS+), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS+), RZ1-0,6/1 kV 4x25 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de compuesto especial de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama ni incendio, libre de halógenos, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

70

15,00

1.050,00

MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x16mm2 (AS+)

Cable Resistente al Fuego (AS+), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS+), RZ1-0,6/1 kV 4x16 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de compuesto especial de colores según UNE 21089-1,

260

9,62

2.501,20

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN CENTRO EDUCATIVO

JAIME IGLESIAS CRESPO

cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama ni incendio, libre de halógenos, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x6mm2 (AS+)

Cable Resistente al Fuego (AS+), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS+), RZ1-0,6/1 kV 4x6 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de compuesto especial de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama ni incendio, libre de halógenos, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x50mm2 (AS+)

Cable Resistente al Fuego (AS+), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS+), RZ1-0,6/1 kV 4x50 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de compuesto especial de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama ni incendio, libre de halógenos, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; incluso ayudas de albañilería; instalado. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.

MI Bandeja tipo rejilla 600x100.

Bandeja tipo rejilla de 600x100 mm, galvanizada en caliente por inmersión, modelo REJIBAND SECURITY de PEMSA o equivalente, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada.

MI Bandeja tipo rejilla 200x60.

Bandeja tipo rejilla de 200x60 mm, galvanizada en caliente por inmersión, modelo REJIBAND SECURITY de PEMSA o equivalente, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada.

Bandeja tipo rejilla 100x60.

Bandeja tipo rejilla de 100x60 mm, galvanizada en caliente por inmersión, modelo REJIBAND SECURITY de PEMSA o equivalente, completa de accesorios de unión, fijación y montaje, instalada.

TOTAL CONDUCTORES Y LÍNEAS

160	3,80	608,00
-----	------	--------

70	34,13	2.389,10
----	-------	----------

470	29,87	14.038,90
-----	-------	-----------

695	13,47	9.361,65
-----	-------	----------

955	7,84	7.487,2
-----	------	---------

		96.754,55
--	--	-----------

5. DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS			
Ud Circuito distrib. alumbrado 2x1,5+T mm2 canalización flexible Circuito de distribución para alumbrado 2(1x1,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo flexible corrugado reforzado libre de halógenos, cajas aislantes y conductor de cobre ES07Z1 750V; incluso ayudas de albañilería; instalado fijado a paramentos oculto por falsos techos. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.	378	94,35	35.664,3
Ud Circuito distrib. fuerza 2x2,5+T mm2 canalización Flexible Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo flexible corrugado reforzado libre de halógenos, cajas aislantes y conductor de cobre ES07Z1 750V; incluso ayudas de albañilería; instalado 75,00 56,70 4.252,50 fijado a paramentos oculto por falsos techos. Totalmente acabado, según especificaciones de Código Técnico de la Edificación.	250	56,00	14.000,00
Ud Toma corriente 2P+T 16A Punto de Toma de Corriente 16 A. + TT para Usos Varios SIMON 82, realizado con conductores de Cu. en colores normalizados, incluso parte proporcional de línea de alimentación, cajas del registro marca LEGRAND, pequeño material, etc.	460	18,50	8.510,00
Ud Toma corriente 2P+T 16A IP55 Punto de Toma de Corriente 16 A. + TT para Usos Varios de superficie estanca, realizado con conductores de Cu. en colores normalizados, incluso parte proporcional de línea de alimentación, cajas de registro marca LEGRAND, pequeño material, etc.	60	13,95	837,00
TOTAL DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS			59.011,3
6. ILUMINACIÓN			
Ud interruptor Suministro e instalación de pulsador JUNG Acero. Incluso p.p. de caja de mecanismos, accesorios de conexionado, fijación y pequeño material.	267	19,50	5.206,5

Ud Conmutador Suministro e instalación de conmutador JUNG Acero. Incluso p.p. de caja de mecanismos, accesorios de conexionado, fijación y pequeño material.	57	26,00	1.482
Ud Detector de presencia Suministro e instalación de detector de presencia IR para montaje en techo o empotrado modelo ORBIS , incluso pequeño material de montaje.	42	74,23	3.117,66
Ud interruptor temporizado Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Simon serie 27 Play, instalado. , refs. 27101-65, 2700610-030	99	25,70	2.544,3
Ud sistema control astronómico alumbrado Reloj astronómico para alumbrado SC2A-60 de Dimaco, con puerto serie RS-232.	1	230	230
Ud sensor luz ambiente Sensor de luz ambiente y detector de movimiento para regulación de luz constante DSI-SMART PTM de Tridonic	107	92,50	9.897,5
Ud Downlight de empotrar MICROS-S D-80 Zumtobel Set 60812137 MICROS-S D80 1/50W QR-CBC WH + QR-CBC 51 50W/10° [STD] Nº de artículo: Set Flujo luminoso de las luminarias: 990 lm Potencia de las luminarias: 53.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 94 100 100 100 118 Lámpara: 1 x QR-CBC 51 (Factor de corrección 1.000).	99	94,70	9.375,3
Ud Downlight de empotrar 2 TC-DEL 18 W Zumtobel 60 811 056 FD1000 LF 2/18W TC-DEL EVG 200 WH [STD] Nº de artículo: 60 811 056 Flujo luminoso de las luminarias: 2400 lm Potencia de las luminarias: 37.5 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 76 100 100 98 67 Lámpara: 2 x TC-DEL (Factor de corrección 1.000).	254	109,48	27.807,92
Ud Downlight de empotrar 1/40 W T16-R Zumtobel 42 157 259 FTR 1/40W T16-R EVG	7	113,15	792,05

390 V2A [STD]

Nº de artículo: 42 157 259

Flujo luminoso de las luminarias: 3400 lm

Potencia de las luminarias: 43.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 75

Código CIE Flux: 40 66 83 75 67

Lámpara: 1 x T16-R (Factor de corrección 1.000).

Ud Downlight de empotrar 2 TC DEL 26 W

Zumtobel 60 811 060 FD1000 LF 2/26W TC-DEL

EVG 200 WH [STD]

Nº de artículo: 60 811 060

Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm

Potencia de las luminarias: 51.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 76 100 100 98 61

Lámpara: 2 x TC-DEL (Factor de corrección 1.000).

Ud Luminaria estanca de superficie 1 TL 36W

LLEDO 8553103601002 OD-8553 1TL 36 IP65

Metacrilato

Nº de artículo: 8553103601002

Flujo luminoso de las luminarias: 3350 lm

Potencia de las luminarias: 36.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 94

Código CIE Flux: 37 65 87 94 69

Lámpara: 1 x TL/840 (Factor de corrección 1.000).

Ud Luminaria estanca de superficie 2 TL 36W

LLEDO 8553203601002 OD-8553 2TL 36 IP65

Metacrilato

Nº de artículo: 8553203601002

Flujo luminoso de las luminarias: 6700 lm

Potencia de las luminarias: 72.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 94

Código CIE Flux: 37 65 87 94 69

Lámpara: 2 x TL/840 (Factor de corrección 1.000).

Ud Luminaria de suspender TC-TELI 120 W

LLEDO 1790115001013 OD-1790+OD-1061

1HIT-CE 150

Nº de artículo: 1790115001013

Flujo luminoso de las luminarias: 14000 lm

Potencia de las luminarias: 167.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 64 95 99 100 85

Lámpara: 1 x HIT-CE (Factor de corrección 1.000).

49	109,48	5.364,52	
13	42,12	547,56	
60	50,33	3.019,8	
28	215,70	6.039,6	

Ud Luminaria de empotrar 1+1T5 49 W LLEDO 2987114901003 OD-2987 1+1T5 49W N° de artículo: 2987114901003 Flujo luminoso de las luminarias: 8600 lm Potencia de las luminarias: 110.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 46 78 95 100 28 Lámpara: 2 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).	5	274,60	1.373
Ud Luminaria de empotrar 1+1T5 54 W LLEDO 2987115401003 OD-2987 1+1T5 54W N° de artículo: 2987115401003 Flujo luminoso de las luminarias: 8900 lm Potencia de las luminarias: 120.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 46 78 95 100 28 Lámpara: 2 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).	6	251,30	1.507,8
Ud Luminaria de empotrar 1T5 49 W LLEDO 2984104901003 OD-2984 1T549W N° de artículo: 2984104901003 Flujo luminoso de las luminarias: 4300 lm Potencia de las luminarias: 55.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 46 78 95 100 28 Lámpara: 1 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).	9	163,45	1.471,05
Ud Luminaria de empotrar 1T5 49 W LLEDO 2985104901003 OD-2985 1T5 49W N° de artículo: 2985104901003 Flujo luminoso de las luminarias: 4300 lm Potencia de las luminarias: 55.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 46 78 95 100 28 Lámpara: 1 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).	9	161,09	1.449,81
Ud Luminaria de empotrar 1T5 49 W LLEDO 2986104901003 OD-2986 1T5 49W N° de artículo: 2986104901003 Flujo luminoso de las luminarias: 4300 lm Potencia de las luminarias: 55.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 46 78 95 100 28 Lámpara: 1 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).	9	162,28	1.460,52

<p>Ud Luminaria de empotrar 1T5 49 W</p> <p>LLEDO 2981104901003 OD-2981 1T5 49W Nº de artículo: 2981104901003 Flujo luminoso de las luminarias: 4300 lm Potencia de las luminarias: 55.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 46 78 95 100 28 Lámpara: 1 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).</p>	16	152,21	2.435,36
<p>Ud Luminaria de empotrar 4T5 24 W</p> <p>Odel-lux, Grupo Lledó Catálogo OD-3290 4T5X24W color blanco Nº de artículo: Catálogo Flujo luminoso de las luminarias: 7000 lm Potencia de las luminarias: 96.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 47 79 96 100 50 Lámpara: 4 x T5 24W (Factor de corrección 1.000).</p>	132	218,05	28.782,6
<p>Ud Luminaria de empotrar 3T5 14 W</p> <p>LLEDO 3291301401011 OD-3291 3T5 14 Nº de artículo: 3291301401011 Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm Potencia de las luminarias: 51.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 78 100 100 100 88 Lámpara: 3 x T5-E/840 (Factor de corrección 1.000).</p>	700	208,38	145.866
<p>Ud proyector 150 W</p> <p>LLEDO 8212115032004 OD-8212 1 HIT-DE 150 Int N Nº de artículo: 8212115032004 Flujo luminoso de las luminarias: 11700 lm Potencia de las luminarias: 150.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 83 98 99 100 68 Lámpara: 1 x HIT-DE/830 (Factor de corrección 1.000).</p>	32	332,73	10.647,36
<p>Ud luminaria de pared 1 TC-TELI 42 W</p> <p>BEGA 9646 1 TC-TELI 42W Nº de artículo: 9646 Flujo luminoso de las luminarias: 3200 lm Potencia de las luminarias: 46.0 W</p>	2	45,73	91,46

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 41 75 97 100 78
Lámpara: 1 x TC-TELI 42W (Factor de corrección 1.000).

Ud luminaria de superficie 2TC-D 26 W

BEGA 2632 2 TC-D 26W
Nº de artículo: 2632
Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm
Potencia de las luminarias: 62.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 94
Código CIE Flux: 42 70 89 95 42
Lámpara: 2 x TC-D 26W (Factor de corrección 1.000).

Ud luminaria de pared 1 TC-D 18 W

BEGA 3548 1 TC-D 18W
Nº de artículo: 3548
Flujo luminoso de las luminarias: 1200 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 59
Código CIE Flux: 24 51 77 59 78
Lámpara: 1 x TC-D 18W (Factor de corrección 1.000).

Ud aplique de pared 1TC-TELI 26 W

LIMBURG 8964 1 TC-TELI 26W
Nº de artículo: 8964
Flujo luminoso de las luminarias: 1800 lm
Potencia de las luminarias: 28.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 60
Código CIE Flux: 24 50 76 60 71
Lámpara: 1 x TC-TELI 26W (Factor de corrección 1.000).

Ud Apar. autón. emerg. 211 lum 1h empotrado

Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N5 TCA, y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 211 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja de enrasar en techo para instalación empotrada, incluyendo conexión mediante cable bus con central de emergencia, completamente instalada y funcionando.

TOTAL ILUMINACIÓN

66 87,50 5.775

26 91,56 2.380,56

22 173,40 3.814,8

437 22,89 10.002,93

292.482,96

7. GRUPO ELECTRÓGENO			
Ud Grupo electrógeno 273 kVA Grupo electrógeno GESAN DVA/S 275 E LS o equivalente aprobado, con las siguientes características: con cabina insonorizada, potencia emergencia 273 kVA (219 kW), tensión: 3x400/231 V 50 Hz, motor VOLVO modelo TAD 734 GE; , provisto de cuadro separado de control Y maniobra, juego de baterías para arranque, sistema de escape incluido en cabina, tacos antivibratorios, tanque en bancada, según Memoria y Pliego de condiciones; instalado.	1	20.555,00	20.555,00
TOTAL GRUPO ELECTRÓGENO			20.555,00
8. BATERÍA DE CONDENSADORES			
Ud Batería de condensadores Batería automática de condensadores, para 248 kVAr de potencia reactiva, de 10 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:1:1:1:1:1:1:1:1:1, para alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, STD12-300-440 "CIRCUTOR", compuesta por armario metálico con grado de protección IP 21, de 1180x360x1340 mm; condensadores CLZ; regulador de energía reactiva con pantalla de cristal líquido Computer M; contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida; y fusibles de alto poder de corte. Según memoria y pliego de condiones. Instalado.	1	4.863,90	4.863,90
TOTAL BATERÍA DE CONDENSADORES			
9. PARARRAYOS			
Ud pararrayos NIVEL II Pararrayos con dispositivo de cebado no electrónico, PDC 5.3 nivel II de INGESCO normalizado según norma UNE 21.186. Adaptable a todo tipo de edificaciones. Cumple con el DB SU8 del CTE. sobre mástil, radio de 73 m., incluyendo soportes. mástil, acoplamiento, pieza de adaptación entre mástil y pararrayos, grapas, manguitos, tubo de protección aislado, cable de cobre 50 mm ² ., picas de acero cobrizado de 2 m. de longitud, arqueta de registro, puentes de comprobación y sales mejoradoras del	1	3.647,86	3.647,86

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UN CENTRO EDUCATIVO
JAIME IGLESIAS CRESPO

terreno, completo e instalado.	
TOTAL PARARRAYOS	3.647,86
TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA	785.791,77

ANEXOS

ÍNDICE ANEXOS

1. GRUPO ELECTRÓGENO.....	207
2. BATERÍA DE CONDENSADORES.....	210
3. PARARRAYOS.....	213

1. GRUPO ELECTRÓGENO



DVAS 275 E LS

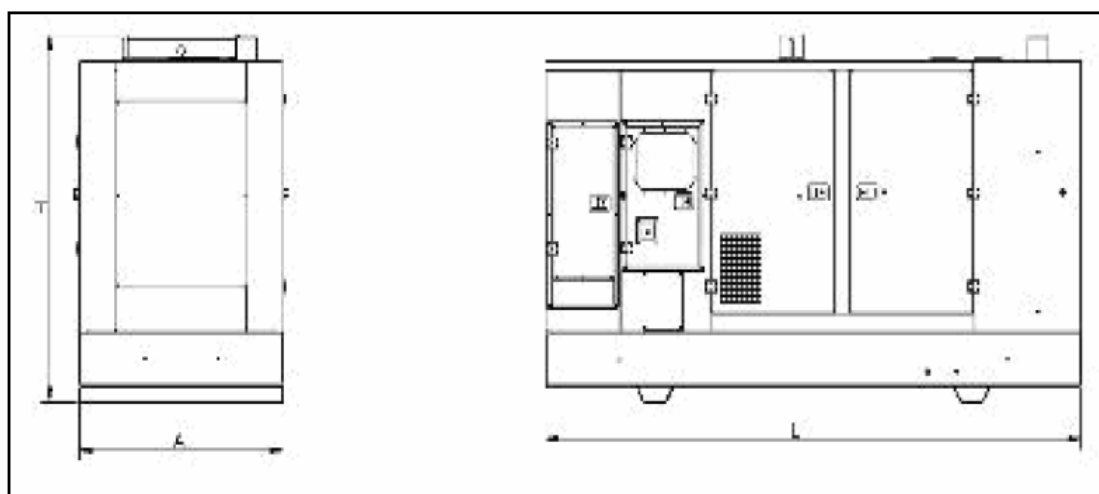
Tensión (V): 400/230
Otras tensiones: Consultar
Frecuencia (Hz): 50

INSONORIZADO
ARRANQUE EMERGENCIA FALLO RED



Ficha Técnica

Datos Generales	
Potencia continua (kVA)	245
Potencia emergencia (kVA)	273,7
Potencia continua (kW)	196
Potencia emergencia (kW)	219
Estructura mecánica	INSONORIZADO
Pesos y Dimensiones (mm)	
Largo (L)	3675
Ancho (A)	1400
Alto (H)	2065
Peso (kg)	3380
Capacidad depósito (l)	405
Nivel Sonoro	
Presión acústica [LpA] (dBA @7m)	70
Potencia Acústica [LwA] (dBA)	97
Equipamiento estándar	
Capo insonorizado galvanizado	✓



Consumos				
	Potencia Continua		Potencia Emergencia	
	L/h	Autonomía(horas)	L/h	Autonomía(horas)
25%	16,1	25,2	18,2	22,3
50%	30,8	13,1	34,6	11,7
75%	43,1	9,4	47,9	8,5
100%	54	7,5	60,3	6,7

Motor

Marca	VOLVO
Modelo	TAD 734 GE
Controlada Electrónicamente	✓
Nº de cilindros	6
Cilindrada (c.c.)	7150
Diámetro (mm)	108
Carrera (mm)	130
Relación de compresión	17:1
Refrigeración agua	✓
Velocidad (r.p.m.)	1500
Potencia Mecanica Neta (kWm)	238
Capacidad depósito (l)	405

Sistema de Refrigeración

Caudal de aire del ventilador (m3/min)	312
--	-----

Sistema de Lubricación

Capacidad carter de aceite (l)	29
Consumo aceite (% consumo combustible)	0,1

Sistema de Admisión

Caudal de admisión aire aspirado (m3/min)	16,3
---	------

Sistema eléctrico

Nº Baterías	2
Batería	12V 44Ah-730A

Sistema de Escape

Diámetro entrada (")	4
Diámetro salida (")	5,5
Diámetro cuerpo (mm)	453
Longitud total escape (mm)	1.340
Temperatura salida gases (°C)	550
Caudal gases (m3/min)	33,4

Alternador

Modelo	LSA 46.2 L6
Regulación electrónica	✓
AVR	R 450
Potencia (kVA)	275

Cuadro Eléctrico

Instrumentos de medida

Reloj intensidad batería	✓
--------------------------	---

Cuadro Eléctrico

Instrumentos de Control	
Placa de control	DEEP SEA 7320
Arranque Auto.fallo red	✓
Arranque Manual	✓
Arranque remoto	✓
Alarmas	
Fallo de arranque	✓
Fallo carga batería	✓
Bajo Nivel de Combustible	✓
Sobrevelocidad	✓
Grupos Automáticos	
Conmutador de fto. Auto/Manual	✓
Leds indicadores conmut. RED GRUPO	✓
Software control remoto	✓
Puerto comunicaciones RS 232	✓
Puerto comunicaciones RS 485	✓

2. BATERÍA DE CONDENSADORES

Baterías automáticas de condensadores

R.3

STANDARD (STD)

Baterías de compensación automática



Descripción

Las baterías de condensadores serie **STD** son equipos diseñados para la compensación de energía reactiva en redes donde los niveles de cargas son fluctuantes y las variaciones de potencia tienen carencia de segundos, con lo cual la maniobra ha de realizarse mediante contactores.

Aplicación

Su simplicidad de instalación, sumada a la alta tecnología y robustez, hacen de la Serie **STD** el equipo ideal para compensar las instalaciones donde los niveles de carga son fluctuantes.

Características

Características eléctricas		
Tensión de empleo	230, 400 V (otras tensiones, consultar)	
Tensió de refuerzo (400 V)	440 V	
Tolerancia sobre la capacidad	0, ± 10%	
Equipo formado por	<ul style="list-style-type: none">• Condensador CLZ (excepto STD3 y STD4)• Contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida• Protección en cabecera por fusibles con alto poder de corte (APR). Serie NH-00• Regulador de energía reactiva serie computer m con indicación digital y 6 ó 12 salidas de relé según tipo	
Suplementos	<ul style="list-style-type: none">• Interruptor manual en cabecera de batería• Interruptor automático en cabecera de batería• Interruptor automático + Protección diferencial en cabecera de batería• Unidad de ventilación forzada + termostato• Placa de policarbonato contra contactos directos• Autotransformador 400/230 V	
Nivel de aislamiento	3/ 15 kV	
Resistencia de descarga	75 V / 3 minutos	
Sobrecarga	1,3 veces la corriente nominal en permanencia	
Sobretensión	<ul style="list-style-type: none">• 10% 8 sobre 24 horas• 15% hasta 15 minutos sobre 24 horas• 20% hasta 5 minutos sobre 24 horas• 30% hasta 1 minutos sobre 24 horas	
Tensión maniobra contactores	230 V	
Condiciones ambientales		
Temperatura clase D	Media diaria	45 °C
	Media anual	35 °C
	Máxima	50 °C
	Mínima	-25 °C
Humedad	80% HR	
Altitud	2 000 m	
Características mecánicas		
Grado protección	IP 21	
Color	RAL 7035 Gris	
	RAL 3005 Granate	
Condiciones de montaje		
Tipo montaje	Vertical	
Ventilación	Natural ó forzada según opciones	
Distancia entre condensadores	Mínimo 2 cm	
Normas		
CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560		



Baterías automáticas de condensadores

STANDARD (STD)

Baterías de compensación automática



Referencias

kvar	Composición	Interruptor (A) opcional	Sección cable (mm²)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
440 V 400 V							
7,5 6,2	(2,5 + 5)	63 - Incluido	6	28	290 x 464 x 170	STD3-7,5-440	R36610
12,5 10	(2,5 + 5 + 5)	63 - Incluido	6	28	290 x 464 x 170	STD3-12,5-440	R36620
17,5 14	(2,5 + 5 + 10)	63 - Incluido	10	30	290 x 464 x 170	STD3-17,5-440	R36625
25 21	(5 + (2 x 10))	63 - Incluido	16	31	290 x 464 x 170	STD3-25-440	R36635
31,25 26	(6,25 + (2 x 12,5))	63 - Incluido	16	32	290 x 464 x 170	STD3-31,25-440	R36637
37,5 31,25	(7,5 + (2 x 15))	63 - Incluido	16	33	290 x 464 x 170	STD3-37,5-440	R36639
43,75 36	(6,25 + (3 x 12,5))	100	25	36	460 x 930 x 230	STD4-43,75-440	R34610
50 41	(10 + (2 x 20))	160	25	37	460 x 930 x 230	STD4-50-440	R34615
55 45	(5 + 10 + (2 x 20))	160	35	40	460 x 930 x 230	STD4-55-440	R34620
60 50	(3 x 20)	160	35	40	460 x 930 x 230	STD4-60-440	R34622
70 58	(10 + (3 x 20))	160	50	41	460 x 930 x 230	STD4-70-440	R34630
80 66	(4 x 20)	250	70	41	460 x 930 x 230	STD4-80-440	R34635
87,5 72	(12,5 + (3 x 25))	250	70	43	460 x 930 x 230	STD4-87,5-440	R34636
100 83	(4 x 25)	250	95	46	460 x 930 x 230	STD4-100-440	R34637
105 87	(15 + (3 x 30))	250	95	66	615 X 1330 X 400	STD6-105-440	R3P655
120 99	(4 x 30)	400	95	74	615 X 1330 X 400	STD6-120-440	R3P656
135 112	(15 + (4 x 30))	400	95	81	615 X 1330 X 400	STD6-135-440	R3P657
150 124	(5 x 30)	400	120	82	615 X 1330 X 400	STD6-150-440	R3P658
165 136	(15 + (5 x 30))	400	120	83	615 X 1330 X 400	STD6-165-440	R3P659
180 149	(6 x 30)	400	150	87	615 X 1330 X 400	STD6-180-440	R3P660
195 161	(15 + (6 x 30))	400	150	117	1180 x 1340 x 360	STD12-195-440	R3R700
210 173	(7 x 30)	400	185	119	1180 x 1340 x 360	STD12-210-440	R3R701
225 186	(15 + (7 x 30))	400	185	121	1180 x 1340 x 360	STD12-225-440	R3R702
240 198	(8 x 30)	630	185	124	1180 x 1340 x 360	STD12-240-440	R3R703
255 210	(15 + (8 x 30))	630	240	127	1180 x 1340 x 360	STD12-255-440	R3R704
270 223	(9 x 30)	630	240	130	1180 x 1340 x 360	STD12-270-440	R3R705
285 235	(15 + (9 x 30))	630	240	133	1180 x 1340 x 360	STD12-285-440	R3R706
300 248	(10 x 30)	630	240	136	1180 x 1340 x 360	STD12-300-440	R3R707
315 260	(15 + (10 x 30))	630	240	139	1180 x 1340 x 360	STD12-315-440	R3R708
330 273	(11 x 30)	630	2x150	142	1180 x 1340 x 360	STD12-330-440	R3R709
345 285	(15 + (11 x 30))	800	2x150	145	1180 x 1340 x 360	STD12-345-440	R3R710
360 298	(12 x 30)	800	2x150	155	1180 x 1340 x 360	STD12-360-440	R3R711
330 273	(30 + (5 x 60))	800	2x150	232	1180 x 1650 x 360	STD8-330-440	R3E462
360 298	(6 x 60)	800	2x185	240	1180 x 1650 x 360	STD8-360-440	R3E464
390 322	(30 + (6 x 60))	1000	2x185	245	1180 x 1650 x 360	STD8-390-440	R3E466
420 347	(7 x 60)	1000	2x240	250	1180 x 1650 x 360	STD8-420-440	R3E470
450 372	(30 + (7 x 60))	1000	2x240	255	1180 x 1650 x 360	STD8-450-440	R3E472
480 397	(8 x 60)	1250	2x240	260	1180 x 1650 x 360	STD8-480-440	R3E474
450 372	(50 + (4 x 100))	1000	2x185	270	1180 x 1895 x 460	STD SC8-450-440	R3E499
500 413	(5 x 100)	1000	2x240	275	1180 x 1895 x 460	STD SC8-500-440	R3E500
550 454	(50 + (5 x 100))	1250	2x240	280	1180 x 1895 x 460	STD SC8-550-440	R3E501
600 496	(6 x 100)	1250	2x240	285	1180 x 1895 x 460	STD SC8-600-440	R3E502
650 537	(50 + (6 x 100))	1600	3x150	290	1180 x 1895 x 460	STD SC8-650-440	R3E503
700 579	(7 x 100)	1600	3x150	295	1180 x 1895 x 460	STD SC8-700-440	R3E504
750 620	(50 + (7 x 100))	1600	3x185	300	1180 x 1895 x 460	STD SC8-750-440	R3E505
800 661	(8 x 100)	1600	3x185	305	1180 x 1895 x 460	STD SC8-800-440	R3E506
900 744	(50 + 50 + (8 x 100))	1600 / 400	3x150 / 185	525	2460 x 1895 x 460	STD SC16-900-440	R3E576
950 785	(50 + (9 x 100))	1600 / 400	3x185 / 185	535	2460 x 1895 x 460	STD SC16-950-440	R3E577
1000 826	(10 x 100)	1600 / 400	3x185 / 185	545	2460 x 1895 x 460	STD SC16-1000-440	R3E579
1050 868	(50 + (10 x 100))	1600 / 630	3x185 / 240	555	2460 x 1895 x 460	STD SC16-1050-440	R3E580
1100 909	(11 x 100)	1600 / 630	3x185 / 2x120	565	2460 x 1895 x 460	STD SC16-1100-440	R3E581
1150 950	(50 + (11 x 100))	1600 / 800	3x185 / 2x150	575	2460 x 1895 x 460	STD SC16-1150-440	R3E582
1200 992	(12 x 100)	1600 / 1000	3x185 / 2x185	585	2460 x 1895 x 460	STD SC16-1200-440	R3E583
1300 1074	(100 + 6 x 200)	1600 / 1000	3x185 / 2x240	590	2460 x 1895 x 460	STD SC16-1300-440	R3E584
1400 1157	(2 x 100 + 6 x 200)	1600 / 1250	3x185 / 3x120	595	2460 x 1895 x 460	STD SC16-1400-440	R3E588
1500 1240	(100 + (7 x 200))	1600 / 1600	3x185 / 3x150	600	2460 x 1895 x 460	STD SC16-1500-440	R3E590
1600 1322	(100 + 100 + (7 x 200))	1600 / 1600	3x185 / 3x185	605	2460 x 1895 x 460	STD SC16-1600-440	R3E591

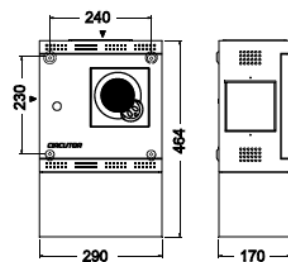
STANDARD (STD)

Baterías de compensación automática

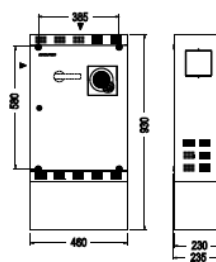


Dimensiones

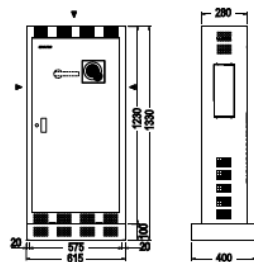
STD 3



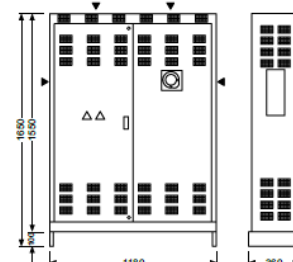
STD 4



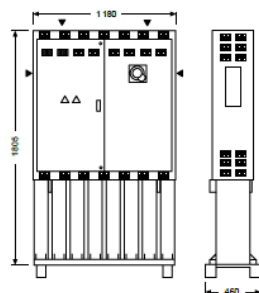
STD 6



STD 8

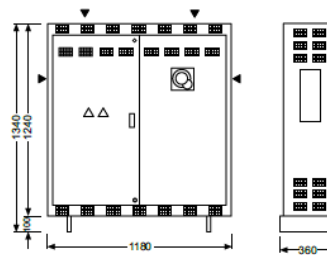


STD SC8




STD SC16 = 2 x STD SC8 + 100 mm ancho

STD 12



3. PARARRAYOS



PARARRAYOS INGESCO® PDC


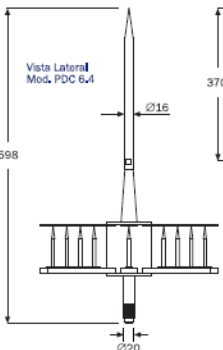
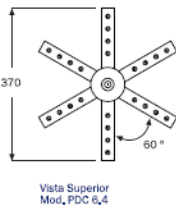


Foto Mod. PDC 6,4
(Ref. 101009)



Vista Lateral
Mod. PDC 6,4



Vista Superior
Mod. PDC 6,4

Medidas en mm.

PRODUCTO

INGESCO® PDC. Pararrayos con dispositivo de cebado no electrónico, normalizado según norma UNE 21.186.

FUNCIONAMIENTO

El diseño del pararrayos **INGESCO® PDC** permite producir una ionización de las partículas de aire alrededor de la punta del captador, que genera un trazador ascendente dirigido hacia la nube. Esta corriente de iones intercepta y canaliza desde su origen la descarga eléctrica del rayo.

Entre el conjunto excitador —que se encuentra al mismo potencial que el aire circundante— y la punta y el conjunto deflector —que se hallan a igual potencial que la tierra— se establece una diferencia de potencial que es tanto más elevada cuanto más alto es el gradiente de potencial atmosférico, es decir, cuanto más inminente es la formación del rayo.

La obtención, mediante ensayos de laboratorio, del valor Δt (incremento del tiempo de cebado) permite establecer una correlación entre la velocidad de propagación de la corriente de iones y la distancia de impacto del rayo, a partir de la cual se calcula el radio de protección para cada modelo de pararrayos (ver cuadro adjunto).

El conocimiento de estos radios de protección nos permite seleccionar el modelo de pararrayos más adecuado a las características de la estructura a proteger, de acuerdo con la normativa reguladora del CTE (Código Técnico de la Edificación).

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

- 100 % de eficacia en descarga.
- Nivel de protección clasificado de muy alto.
- Garantía de continuidad eléctrica, No ofrece resistencia al paso de la descarga.
- Pararrayos no electrónico; por lo tanto, garantía de máxima durabilidad.
- Conserva todas sus propiedades técnicas iniciales después de cada descarga.
- Al no incorporar ningún elemento electrónico, no es fungible.
- No precisa de fuente de alimentación externa.
- Garantía de funcionamiento en cualquier condición atmosférica.
- Alta resistencia a la temperatura.
- Alta resistencia a la intemperie y atmósferas corrosivas.

NIVELES DE PROTECCIÓN

MODELO	PDC 3,1	PDC 3,3	PDC 4,3	PDC 5,3	PDC 6,3	PDC 6,4
Referencia	101000	101001	101003	101005	101008	101009
Peso	2.350 kg	3.200 kg	3.400 kg	3.600 kg	3.800 kg	4.150 kg
NIVEL I	35 m	45 m	54 m	63 m	74 m	80 m
NIVEL II	45 m	55 m	64 m	73 m	84 m	90 m
NIVEL III	60 m	70 m	79 m	88 m	99 m	105 m
NIVEL IV	75 m	85 m	94 m	103 m	114 m	120 m

Radios de protección calculados según el Código Técnico de la Edificación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El terminal aéreo de captación **INGESCO® PDC**, cumple las siguientes especificaciones técnicas:

- Dispone de un **doble** dispositivo de cebado:
 - Un dispositivo de anticipación **del** trazador ascendente.
 - Un condensador **electro**atmosférico.
 - Un acelerador atmosférico.
- Un sistema de aislamiento certificado por **el** Laboratorio de **Alta** Tensión LABELEC.
- Su estructura está fabricada en Acero Inoxidable **AISI** 316L.
- Dispositivo de cebado fabricado en Acero **Inoxidable** **AISI** 316L y poliamida (PA 66).

Queda así garantizado su efectivo funcionamiento en **cualquier** condición atmosférica y ambiental.

INSTALACIÓN

El terminal aéreo de captación **INGESCO® PDC** debe seguir las prescripciones de las normas UNE 21.186 y UNE-EN 62.305, y debe tener en cuenta las recomendaciones siguientes:

- La punta del pararrayos debe estar situada, como mínimo, dos metros por encima del punto más alto de la edificación que protege.
- Para su instalación sobre el mástil, el pararrayos precisará de la correspondiente pieza de adaptación.
- Se deberá proteger el cableado de las cubiertas contra las sobretensiones y conectar a los bajantes las masas metálicas presentes dentro de la zona de seguridad.
- El pararrayos debe conectarse a una toma de tierra mediante uno o varios cables conductores que bajarán, siempre que sea posible, por **el** exterior de la construcción, con la trayectoria más corta y rectilínea posible.
- La toma o tomas de tierra, cuya resistencia no puede superar los 10 ohmios, deben garantizar una dispersión lo más rápida posible de la descarga del rayo.

NORMATIVAS, ENSAYOS Y CERTIFICADOS

INGESCO® PDC, cumple los requerimientos contenidos en las normativas siguientes:

- | | |
|---|-------------------|
| • C.T.E. (Código Técnico de la Edificación) | • NFC 17.102 |
| • UNE 21.186 | • UNE-EN 50.164/1 |
| • UNE-EN 62.305 | • UNE-EN 50.164/3 |

Además de todas las especificaciones descritas para este tipo de componentes en el Reglamento de Alta Tensión por el Ministerio de Industria y Energía, Registro industrial nº 150.032, (Ministerio de Industria y Energía).

Fabricado desde 1984, es el primer pararrayos con dispositivos de cebado no electrónico en cumplir con la Norma UNE 21.186.

El pararrayos **INGESCO® PDC** ha superado con éxito los ensayos y pruebas de certificación siguientes:

- Ensayo de evaluación del tiempo de cebado de pararrayos PDC (anexo C UNE 21.186), en el Laboratorio de Alta Tensión LABELEC.
- Ensayo de resistencia de aislamiento según UNE-EN 50.164/3, en el Laboratorio de Alta Tensión LABELEC.
- Certificado de cumplimiento del reglamento particular de la marca AENOR, emitido por el Laboratorio de Alta Tensión LABELEC.
- Certificado de corriente soportada según UNE-EN 50.164/1, emitido por el Laboratorio de Alta Tensión LABELEC.
- Certificado de aislamiento en condiciones de lluvia, emitido por el Laboratorio de Alta Tensión LABELEC.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA EMPLEADA

REGLAMENTOS Y NORMAS

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por Decreto 842/2002 de 02-8-2002, y publicado en el BOE del 18-09-2002.
- Código técnico de la edificación.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA

LIBROS Y MANUALES

- García Trasancos, José. "Instalaciones eléctricas en media y baja tensión". Ed. Paraninfo. 5- Edición.
- Manual Teórico Práctico de Schneider: Instalaciones de baja tensión, editado por Schneider Electric España, primera edición Octubre 2003

CATÁLOGOS Y PÁGINAS WEB

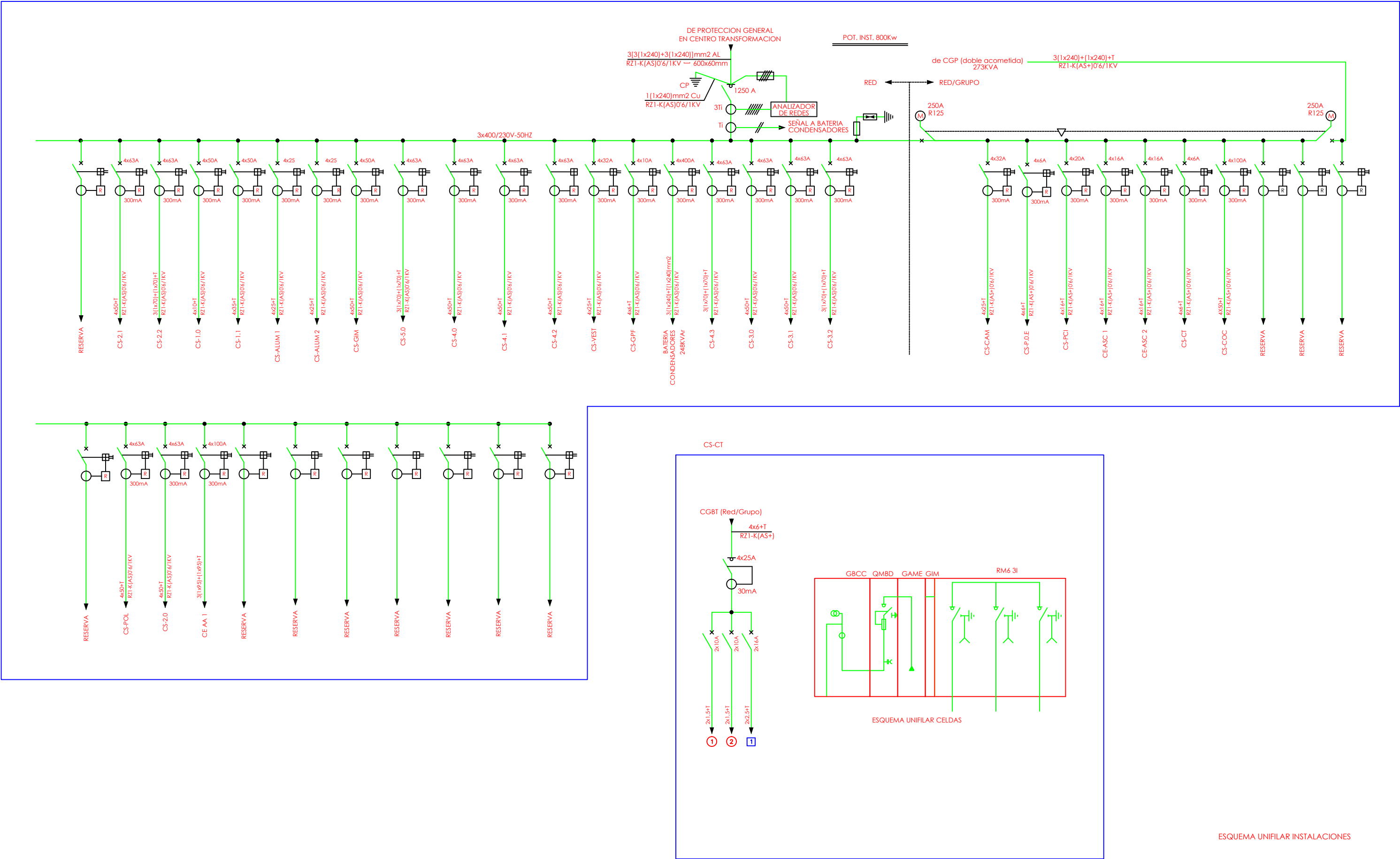
- SCHNEIDER ELECTRIC, "Centros de Transformación 24kV MT/BT. Distribución Eléctrica Media Tensión. 2008"
www.schneider-electric.com
- Catálogo de aparataje en Baja tensión de Schneider
www.schneider-electric.com
- Catálogo de Baja Tensión de Legrand
www.legrand.es
- Catálogo de Prysmian cables
<http://www.prysmian.es/>
- Catálogo de baterías automáticas de condensadores Circutor
<http://circutor.es/>
- Catálogo de pararrayos INGESCO
<http://www.ingesco.com/>

- Catálogo de luminarias Lledó
<http://www.lledosa.com/>
- Catálogo de grupo electrógeno Gesan
<http://www.gesan.com/>
- Catálogo mecanismos Simón
<http://www.simon.es/>
- Catálogo multifabricante acae
<http://www.acae.es/isapi/prestowebisapi.dll?FunctionUpdate&id=149478>

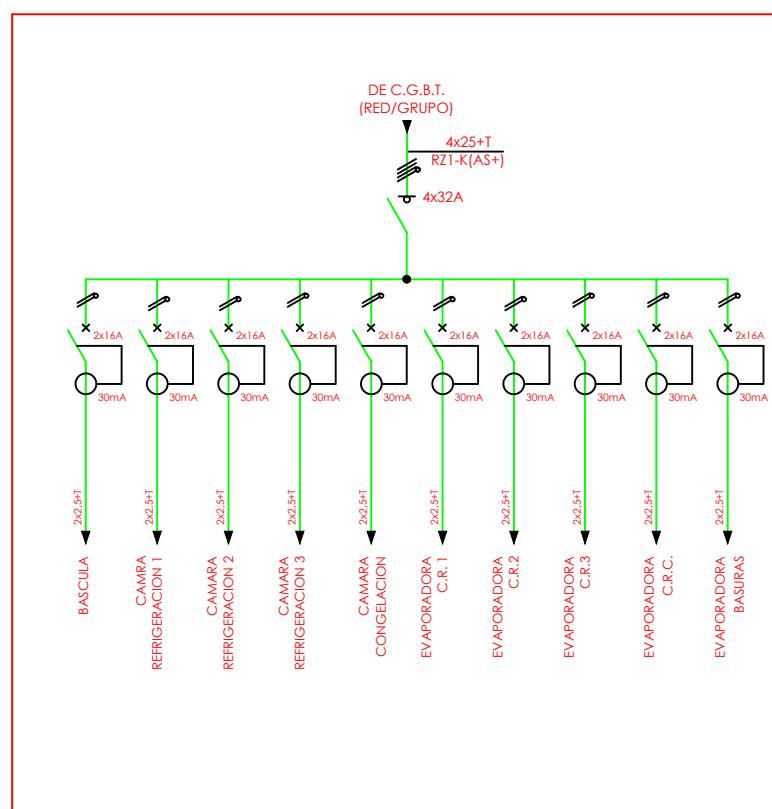
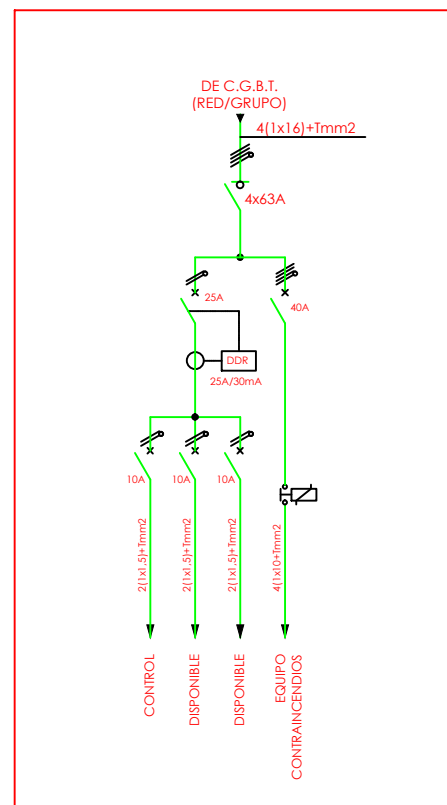
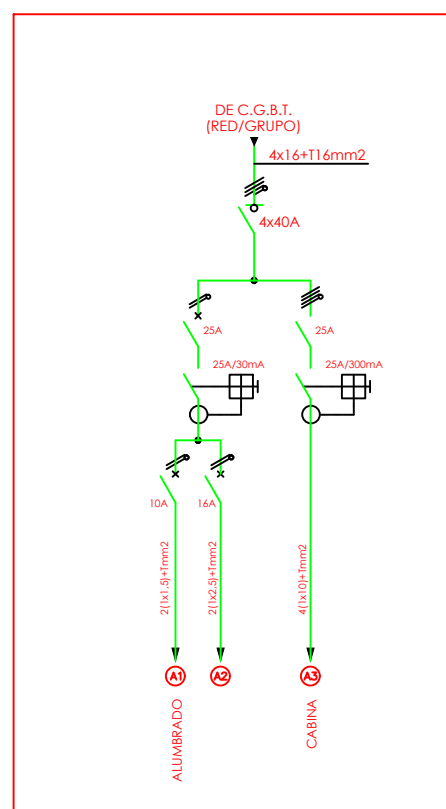
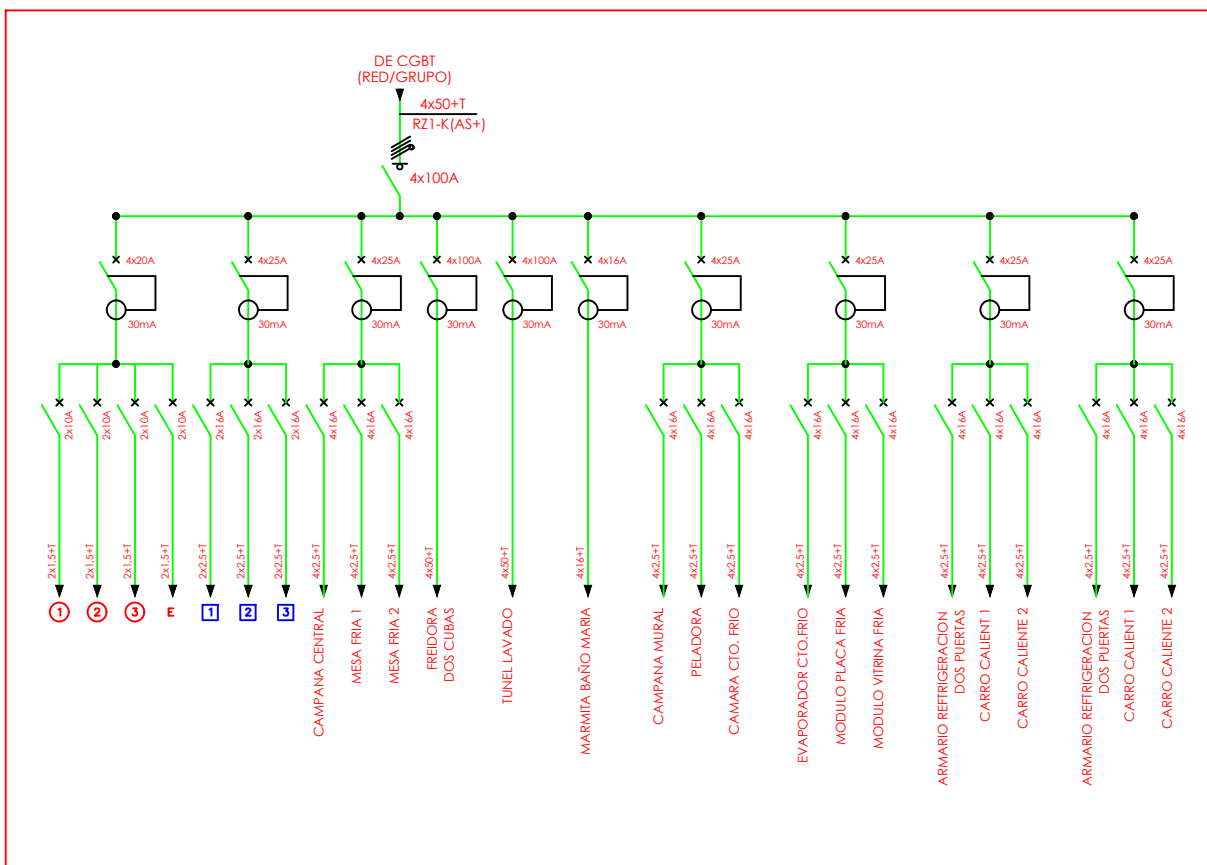
PROGRAMAS UTILIZADOS

- Programa de diseño: Autocad 2012
- Programa para cálculos lumínicos Dialux 4.9
- Programa para el cálculo de secciones de cables: Prysmitool

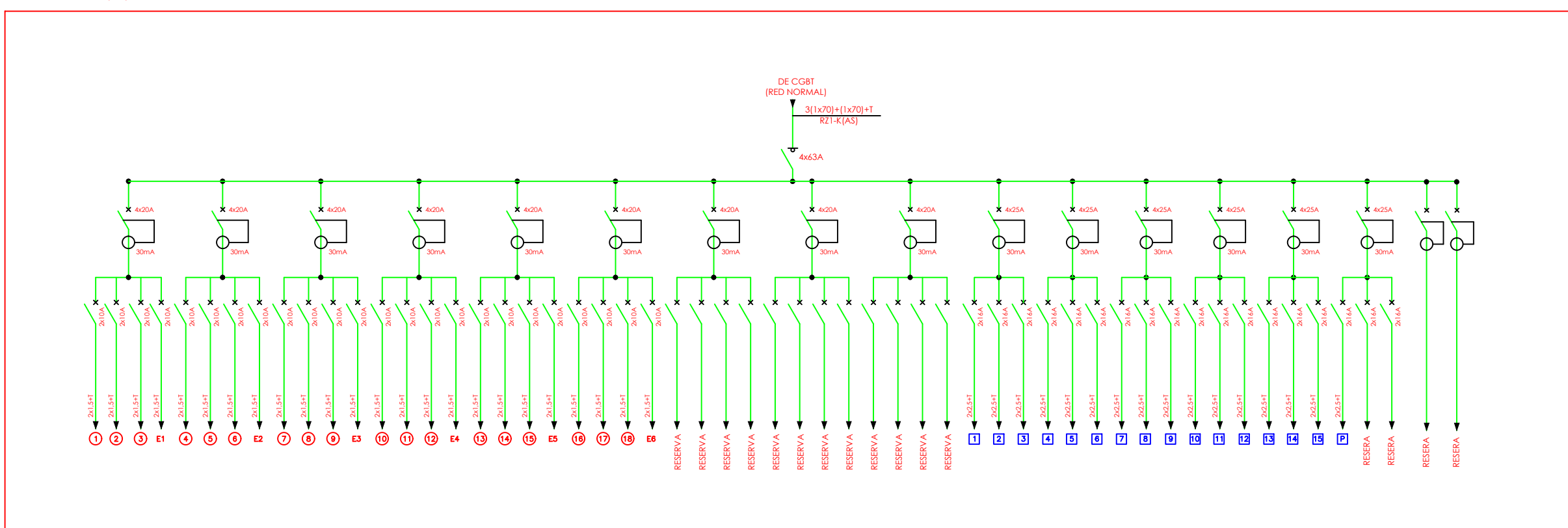
PLANOS



ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIONES



CS-5.0/4.3/3.2



[illegible]

[illegible]

Diagrama de conexión para un sistema de iluminación con control de potencia por fase. El sistema está alimentado por una red trifásica de 400V/230V, 50Hz, con neutro y tierra (TN-S). Las fases están etiquetadas como R (Rojo), S (Verde) y T (Azul). El neutro es verde y la tierra es amarillo-verde.

El sistema incluye un interruptor automático de 4x6A y un relé de control de potencia (RZ1-K (AS+)) que regula la potencia en cada fase. El relé está conectado a un transformador de 300mA, que a su vez controla tres interruptores de 2x6A que protegen a los grupos de luminarias.

Los grupos de luminarias son:

- Grupo 1: 2x1,5T, 1.000W, alimentado por la fase R.
- Grupo 2: 2x1,5T, 1.000W, alimentado por la fase S.
- Grupo 3: 2x1,5T, 1.000W, alimentado por la fase T.

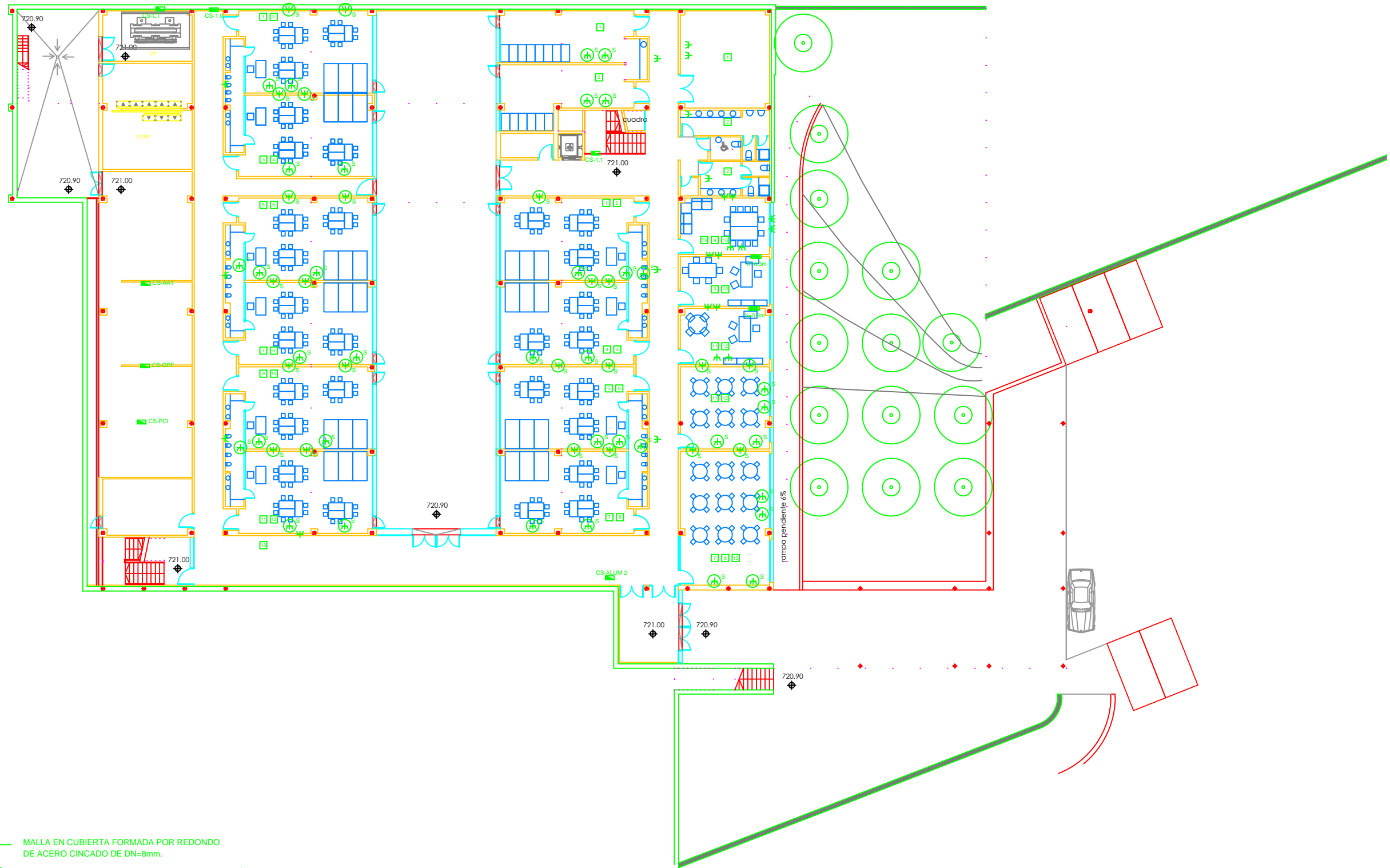
Las conexiones de las luminarias se indican como 2x1,5T y 1.000W.

Este diagrama ilustra un sistema de alumbrado exterior controlado por un relé astronómico y un relé de mantenimiento. El sistema comienza con una fuente de alimentación de 4x25+T, protegida por un interruptor diferencial RZ1-K(AS+). La línea principal, marcada como kW/h, se divide en dos ramas. Una rama alimenta un relé astronómico (1x10A) y un contactor, que controlan un grupo de lámparas. La otra rama alimenta un relé de mantenimiento (2x10A). Ambas ramas convergen en una línea que pasa por un interruptor de 4x6A y un fusible de 300mA. Desde aquí, la línea se divide en cuatro circuitos independientes, cada uno con un interruptor de 2x6A y un fusible de 300mA, que alimentan cuatro grupos de lámparas (2x25A). Los cables utilizados son de 2x4x1 Cu.

NOTA 1: EL CONDUCTOR NEUTRO DE CADA CIRCUITO QUE PARTE DEL CUADRO, NO PODRA SER UTILIZADO POR NINGUN OTRO CONDUCTOR

NOTA2: LAS DERIVACIONES SE HARAN EN CAJAS DE BORNES, LA CONEXION A CADA PUNTO DE ALUMBRADO SE HARA CON CABLE 2x2,5 mm² +T Y DISPONDRA DE FUSIBLES ASOCIADOS.

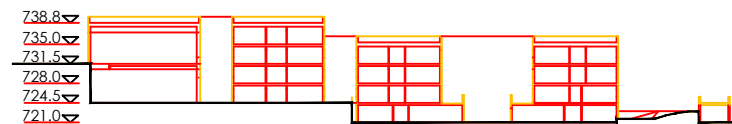
S/E



LEYENDA

- CIRCUITO PROYECTORES
- CIRCUITO DE FUERZA, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION
- TOMA CORRIENTE EMPOTRADA DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA CORRIENTE DE SEGURIDAD INFANTIL DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA CORRIENTE ESTANCA DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA TV
- TOMA DE CORRIENTE EN CAJA CON BORNAS
- 2 TOMAS DE CORRIENTE + 1 TOMA VOZ-DATOS
- 1 TOMA DE CORRIENTE + TOMA VOZ-DATOS (pizarra)
- 4 TOMAS DE CORRIENTE + 2 TOMAS VOZ-DATOS
- CUADRO ELECTRICO EN GENERAL

- MALLA EN CUBIERTA FORMADA POR REDONDO DE ACERO CINCO DE DN=8mm.
- MASTIL CON PARARRAYOS DE CEBADO NO ELECTRÓNICO MODELO INGESCO PDC SOBRE MASTIL DE 6,00 m
- CONEXION
- BAJADAS A RED DE TIERRA FORMADAS POR CONDUCTO REDONDO DE ACERO CINCO DN=8mm. BAJO TUBO EMPOTRADO.

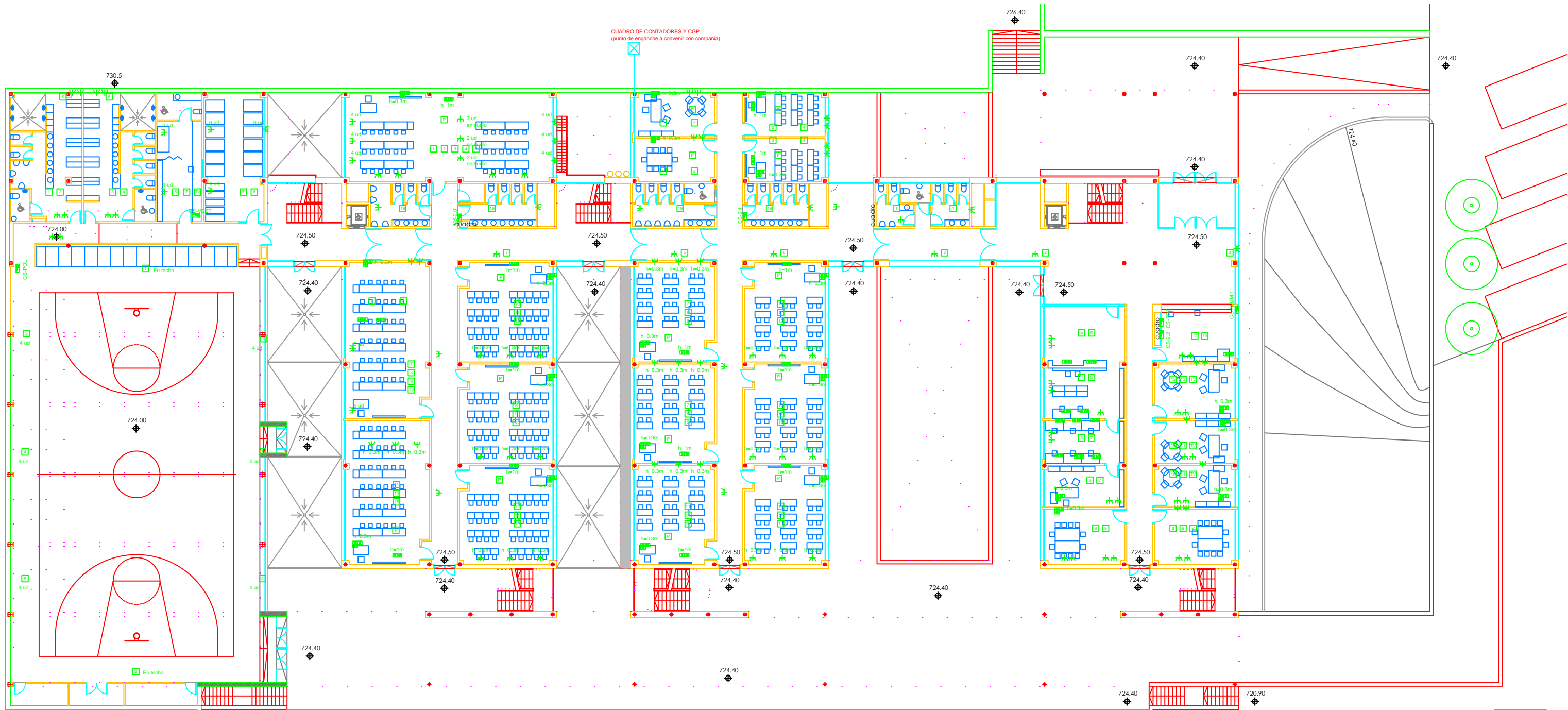


1/300

INSTALACION ELECTRICA
FUERZA

IEF-01

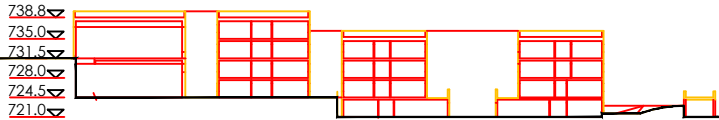
PLANTA COTA +721.0



LEYENDA

- CIRCUITO PROYECTORES
- CIRCUITO DE FUERZA, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION
- TOMA CORRIENTE EMPOTRADA DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA CORRIENTE DE SEGURIDAD INFANTIL DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA CORRIENTE ESTANCA DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA TV
- TOMA DE CORRIENTE EN CAJA CON BORNAS
- 2 TOMAS DE CORRIENTE + 1 TOMA VOZ-DATOS
- 1 TOMA DE CORRIENTE + TOMA VOZ-DATOS (pizarra)
- 4 TOMAS DE CORRIENTE + 2 TOMAS VOZ-DATOS
- CUADRO ELECTRICO EN GENERAL

- MALLA EN CUBIERTA FORMADA POR REDONDO DE ACERO CINCO DE DN=8mm.
- MASTIL CON PARARRAYOS DE CEBADO NO ELECTRÓNICO MODELO INGESCO PDC SOBRE MASTIL DE 6,00 m
- CONEXION
- BAJADAS A RED DE TIERRA FORMADAS POR CONDUCTO REDONDO DE ACERO CINCO DE DN=8mm. BAJO TUBO EMPOTRADO.

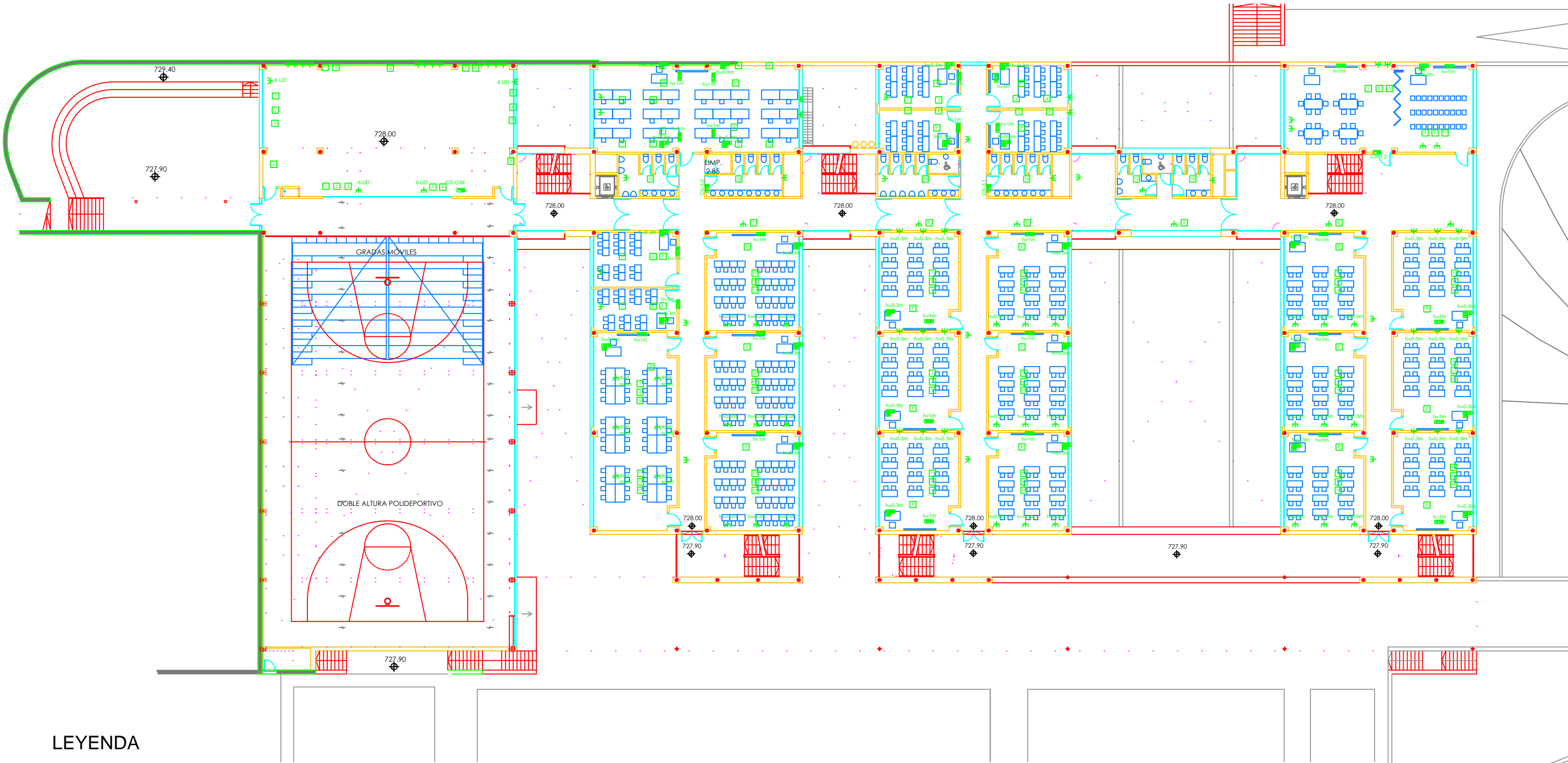


1/300

INSTALACION ELECTRICA FUERZA

IEF-02

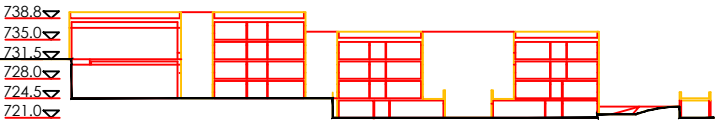
PLANTA COTA +724.5



LEYENDA

- CIRCUITO PROYECTORES
- CIRCUITO DE FUERZA, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION
- TOMA CORRIENTE EMPOTRADA DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA CORRIENTE DE SEGURIDAD INFANTIL DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA CORRIENTE ESTANCA DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA TV
- TOMA DE CORRIENTE EN CAJA CON BORNAS
- 2 TOMAS DE CORRIENTE + 1 TOMA VOZ-DATOS
- 1 TOMA DE CORRIENTE + TOMA VOZ-DATOS (pizarra)
- 4 TOMAS DE CORRIENTE + 2 TOMAS VOZ-DATOS
- CUADRO ELECTRICO EN GENERAL

- MALLA EN CUBIERTA FORMADA POR REDONDO DE ACERO CINCADO DE DN=8mm.
- MASTIL CON PARARRAYOS DE CEBADO NO ELECTRÓNICO MODELO INGESCO PDC SOBRE MASTIL DE 6,00 m
- CONEXION
- BAJADAS A RED DE TIERRA FORMADAS POR CONDUCTO REDONDO DE ACERO CINCADO DN=8mm. BAJO TUBO EMPOTRADO.

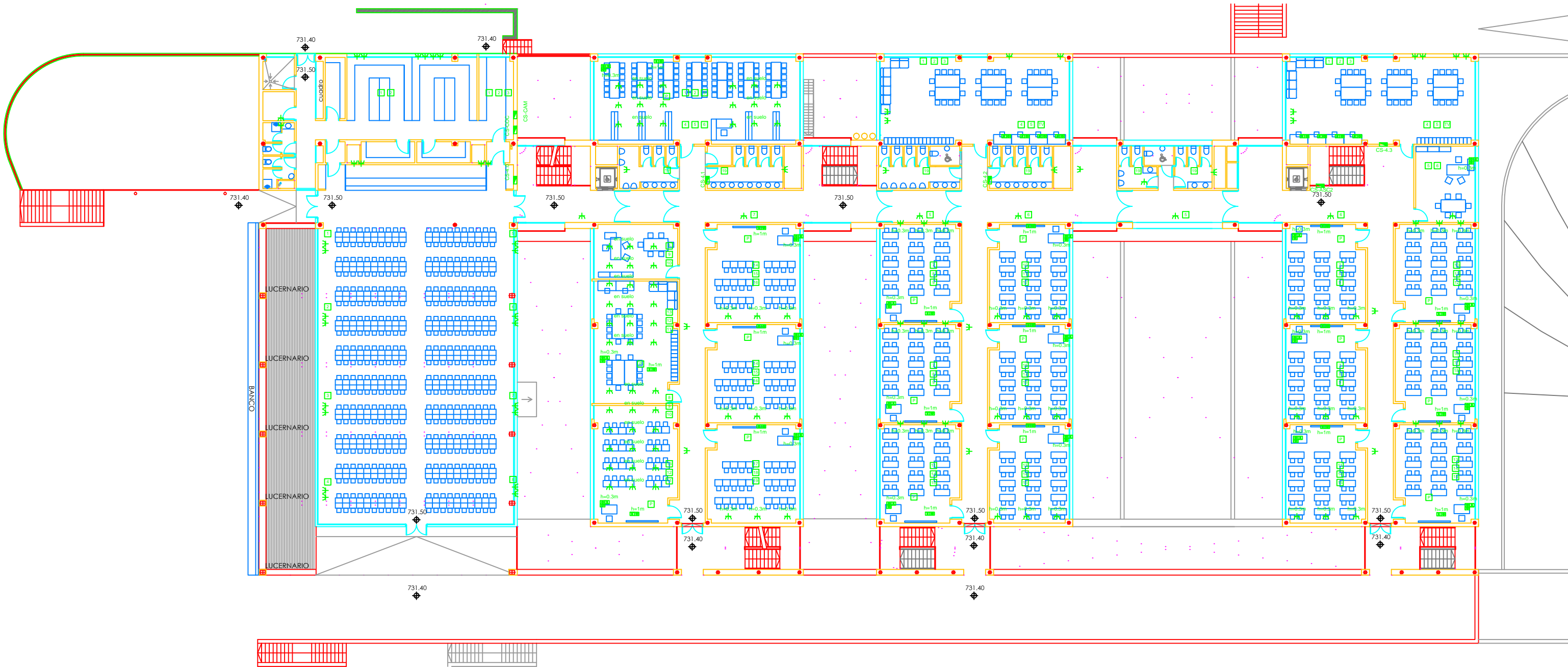


INSTALACION ELECTRICA FUERZA

1/300

IEF-03

PLANTA COTA +728.0



LEYENDA

- CIRCUITO PROYECTORES

CIRCUITO DE FUERZA, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION

TOMA CORRIENTE EMPOTRADA DE 2x16A+T, 230V.

TOMA CORRIENTE DE SEGURIDAD INFANTIL DE 2x16A+T, 230V.

TOMA CORRIENTE ESTANCA DE 2x16A+T, 230V.

TOMA TV

TOMA DE CORRIENTE EN CAJA CON BORNAS

2 TOMAS DE CORRIENTE + 1 TOMA VOZ-DATOS

1 TOMA DE CORRIENTE + TOMA VOZ-DATOS (pizarra)

4 TOMAS DE CORRIENTE + 2 TOMAS VOZ-DATOS

CUADRO ELECTRICO EN GENERAL
- MALLA EN CUBIERTA FORMADA POR REDONDO DE ACERO CINCO DE DN=8mm.

MASTIL CON PARARRAYOS DE CEBADO NO ELECTRÓNICO MODELO INGESCO PDC SOBRE MASTIL DE 6,00 m

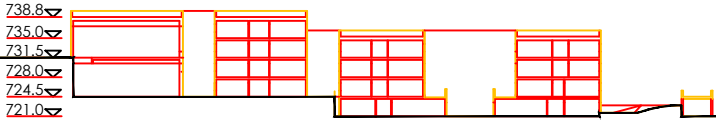
CONEXION

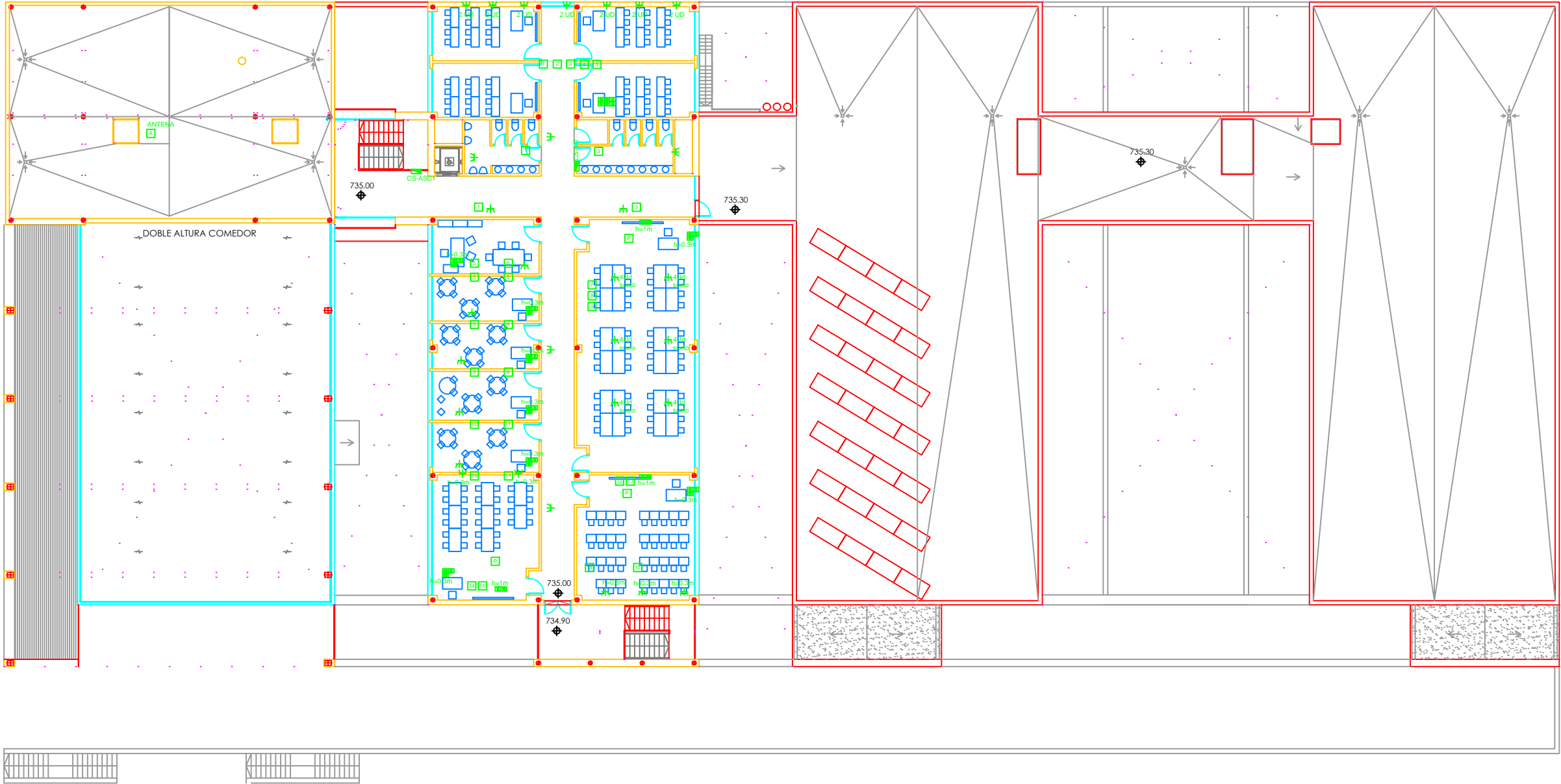
BAJADAS A RED DE TIERRA FORMADAS POR CONDUCTO REDONDO DE ACERO CINCO DN=8mm. BAJO TUBO EMPOTRADO.

INSTALACION ELECTRICA
FUERZA
IEF-04

1/300

PLANTA COTA +731.5





LEYENDA

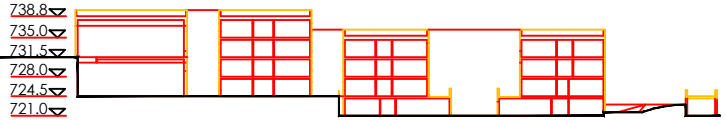
- CIRCUITO PROYECTORES
- CIRCUITO DE FUERZA, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION
- TOMA CORRIENTE EMPOTRADA DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA CORRIENTE DE SEGURIDAD INFANTIL DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA CORRIENTE ESTANCA DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA TV
- TOMA DE CORRIENTE EN CAJA CON BORNAS
- 2 TOMAS DE CORRIENTE + 1 TOMA VOZ-DATOS
- 1 TOMA DE CORRIENTE + TOMA VOZ-DATOS (pizarra)
- 4 TOMAS DE CORRIENTE + 2 TOMAS VOZ-DATOS
- CUADRO ELECTRICO EN GENERAL

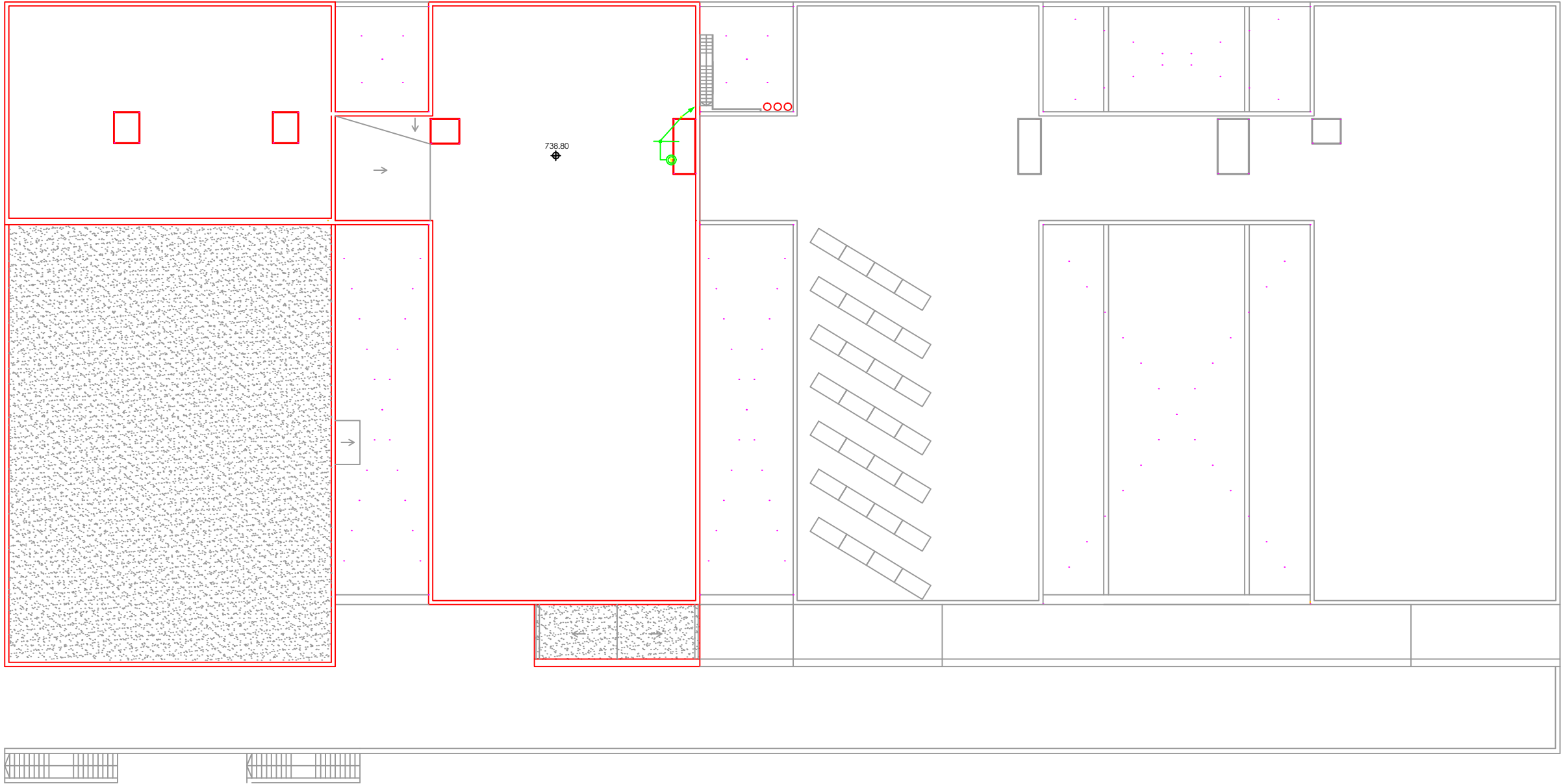
- MALLA EN CUBIERTA FORMADA POR REDONDO DE ACERO CINCADO DE DN=8mm.
- MASTIL CON PARARRAYOS DE CEBADO NO ELECTRÓNICO MODELO INGESCO PDC SOBRE MASTIL DE 6,00 m
- CONEXION
- BAJADAS A RED DE TIERRA FORMADAS POR CONDUCTO REDONDO DE ACERO CINCADO DN=8mm. BAJO TUBO EMPOTRADO.

INSTALACION ELECTRICA
FUERZA
IEF-05

1/300

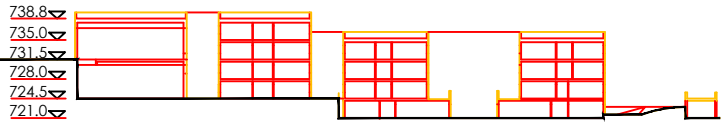
PLANTA COTA +735.0





LEYENDA

- CIRCUITO PROYECTORES
- CIRCUITO DE FUERZA, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION
- TOMA CORRIENTE EMPOTRADA DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA CORRIENTE DE SEGURIDAD INFANTIL DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA CORRIENTE ESTANCA DE 2x16A+T, 230V.
- TOMA TV
- TOMA DE CORRIENTE EN CAJA CON BORNAS
- 2 TOMAS DE CORRIENTE + 1 TOMA VOZ-DATOS
- 1 TOMA DE CORRIENTE + TOMA VOZ-DATOS (pizarra)
- 4 TOMAS DE CORRIENTE + 2 TOMAs VOZ-DATOS
- CUADRO ELECTRICO EN GENERAL
- MALLA EN CUBIERTA FORMADA POR REDONDO DE ACERO CINCADO DE DN=8mm.
- MASTIL CON PARARRAYOS DE CEBADO NO ELECTRÓNICO MODELO INGESCO PDC SOBRE MASTIL DE 6,00 m
- CONEXION
- BAJADAS A RED DE TIERRA FORMADAS POR CONDUCTO REDONDO DE ACERO CINCADO DN=8mm. BAJO TUBO EMPOTRADO.

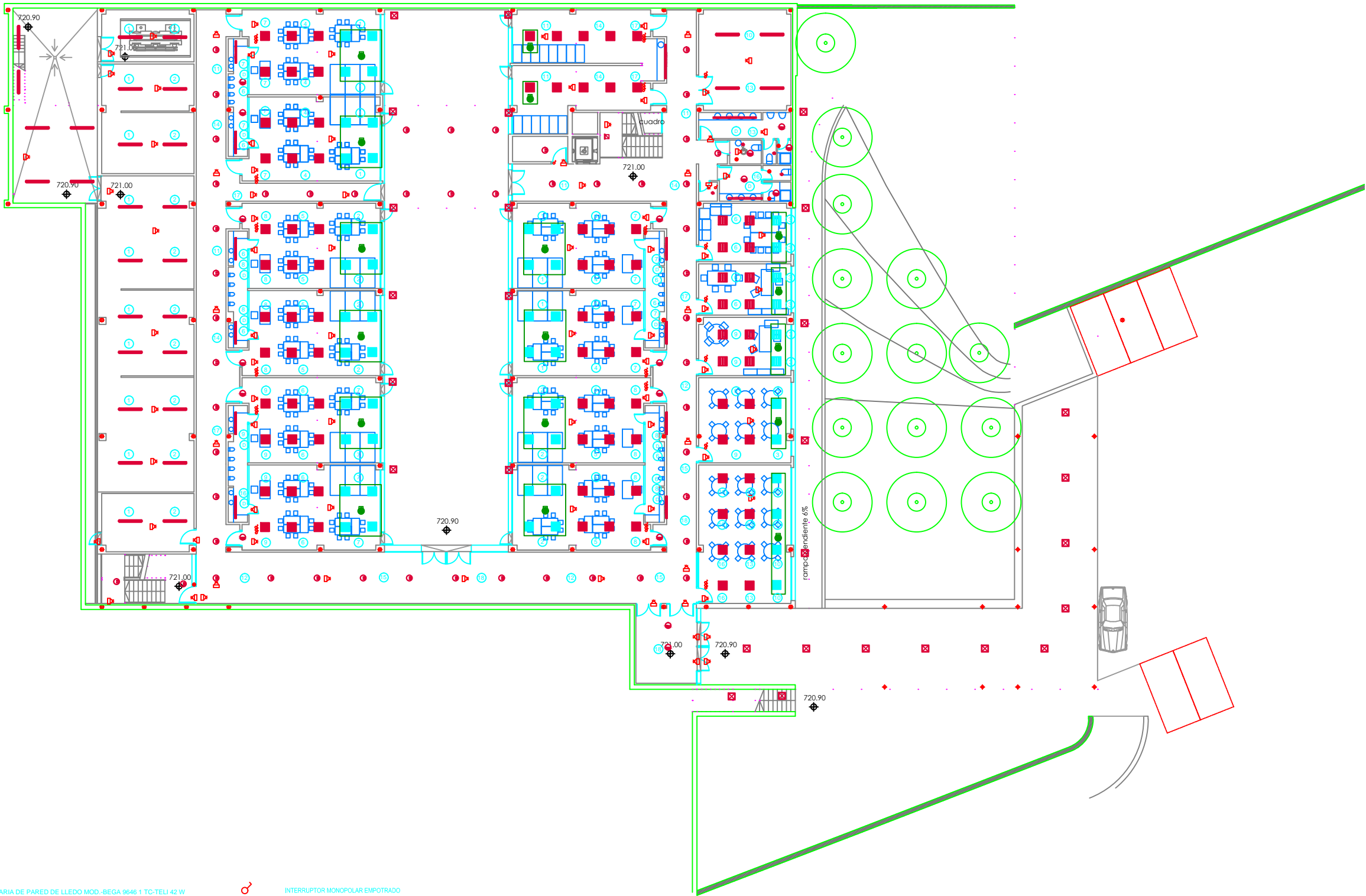


1/300

INSTALACION ELECTRICA
FUERZA

IEF-06

PLANTA COTA +738.5



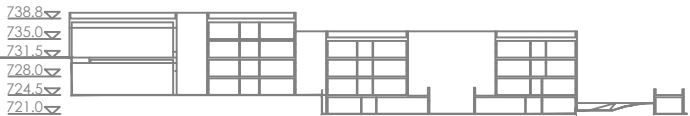
LEYENDA

NOTA: LOS ENCENDIDOS DE LOS PASILLOS Y ZONAS COMUNES SERA POR RELOJ EN CUADRO SECUNDARIO
NOTA: EL ENCENDIDO DEL ALUMBRADO EXTERIOR SERA POR RELOJ ASTRONOMICO EN CUADRO DE ALIMENTACION

- PROYECTOR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8212 1HIT-DE 150 W
- LUMINARIA DE SUSPENDER DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-1790 1 TC-TELI 120 W + REFLECTOR NACARADO OD-1012
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2981 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2987 1+1 T5 54 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2984/5/6 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W

- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 8646 1 TC-TELI 42 W
- LUMINARIA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-BEGA 2832 2 TC-D 26 W
- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 3548 1 TC-D 18 W
- APLIQUE DE PARED DE LLEDO MOD.-LIMBURG 8964 1 TC-TELI 26 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 2 TL 36 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 1 TL 36 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811060 2 TC-DEL 26 W + VIDRIO OPAL 60800324
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL MICROS-S D-80 60812137 1 QR-CBC 51 50 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811056 2 TC-DEL 18 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL 42157259 FTR 1/40 W T16-R EVG 390 V2A (STD)

- INTERRUPTOR MONOPOLAR EMPOTRADO
- CONMUTADOR EMPOTRADO
- INTERRUPTOR TEMPORIZADO
- BLOQUE AUTONOMO DE SEÑALIZACION Y EMERGENCIA
- DETECTOR DE PRESENCIA
- CIRCUITO DE ALUMBRADO, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION

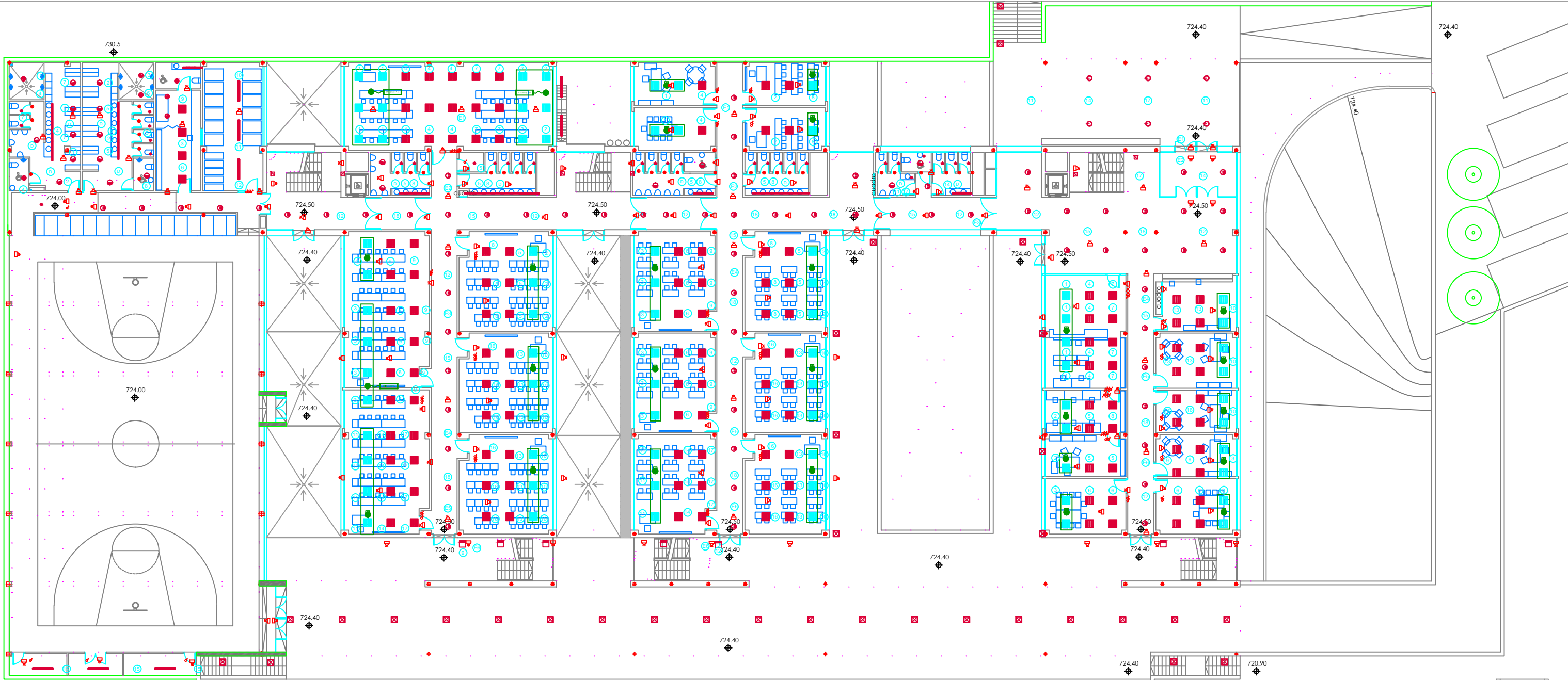


INSTALACION ILUMINACION

1/300

II-01

PLANTA COTA +721.0



LEYENDA

NOTA: LOS ENCENDIDOS DE LOS PASILLOS Y ZONAS COMUNES SERA POR RELOJ EN CUADRO SECUNDARIO
NOTA: EL ENCENDIDO DEL ALUMBRADO EXTERIOR SERA POR RELOJ ASTRONOMICO EN CUADRO DE ALIMENTACION

- PROYECTOR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8212 1HIT-DE 150 W
- LUMINARIA DE SUSPENDER DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-1790 1 TC-TCLI 120 W + REFLECTOR NACARADO OD-1012
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2981 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2987 1+1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2987 1+1 T5 54 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2984/5/6 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W

- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 9646 1 TC-TCLI 42 W
- LUMINARIA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-BEGA 2632 2 TC-D 26 W
- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 3548 1 TC-D 18 W
- APLIQUE DE PARED DE LLEDO MOD.-LIMBURG 8964 1 TC-TCLI 26 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 2 TL 36 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 1 TL 36 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811060 2 TC-DEL 26 W + VIDRIO OPAL 60800324
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL MICROS-S D-80 60812137 1 QR-CBC 51 50 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811056 2 TC-DEL 18 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL 42157259 FTR 1/40 W T16-R EVG 390 V2A (STD)

- INTERRUPTOR MONOPOLAR EMPOTRADO
- CONJUNTOR EMPOTRADO
- INTERRUPTOR TEMPORIZADO
- BLOQUE AUTONOMO DE SEÑALIZACION Y EMERGENCIA
- DETECTOR DE PRESENCIA
- CIRCUITO DE ALUMBRADO, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION

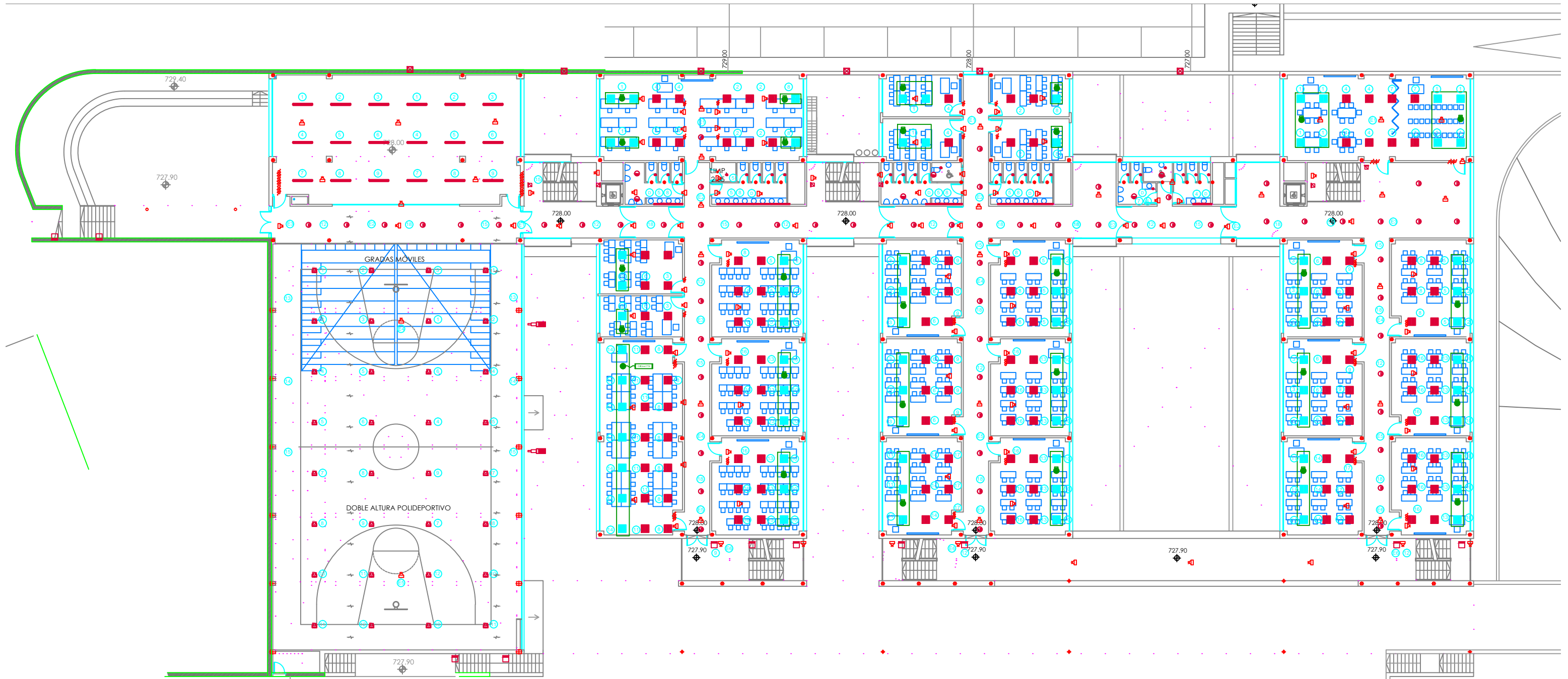


INSTALACION ILUMINACION

1/300

II-02

PLANTA COTA +724.5



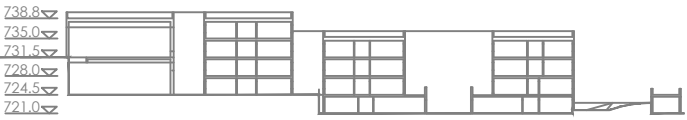
LEYENDA

NOTA: LOS ENCENDIDOS DE LOS PASILLOS Y ZONAS COMUNES SERA POR RELOJ EN CUADRO SECUNDARIO
NOTA: EL ENCENDIDO DEL ALUMBRADO EXTERIOR SERA POR RELOJ ASTRONOMICO EN CUADRO DE ALIMENTACION

- PROYECTOR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8212 1HIT-DE 150 W
- LUMINARIA DE SUSPENDER DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-1790 1 TC-TEU 120 W + REFLECTOR NACARADO OD-1012
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2981 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2987 1+1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2987 1+1 T5 54 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2984/5/6 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W

- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 9646 1 TC-TEU 42 W
- LUMINARIA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-BEGA 2632 2 TC-D 26 W
- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 3548 1 TC-D 18 W
- APLIQUE DE PARED DE LLEDO MOD.-LIMBURG 8964 1 TC-TEU 26 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 2 TL 36 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 1 TL 36 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811060 2 TC-DEL 26 W + VIDRIO OPAL 60800324
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL MICROS-S D-80 60812137 1 QR-CBC 51 50 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811056 2 TC-DEL 18 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL 42157259 FTR 1/40 W T16-R EVG 380 VZA (STD)

- INTERRUPTOR MONOPOLAR EMPOTRADO
- CONMUTADOR EMPOTRADO
- INTERRUPTOR TEMPORIZADO
- BLOQUE AUTONOMO DE SEÑALIZACION Y EMERGENCIA
- DETECTOR DE PRESENCIA
- CIRCUITO DE ALUMBRADO, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION

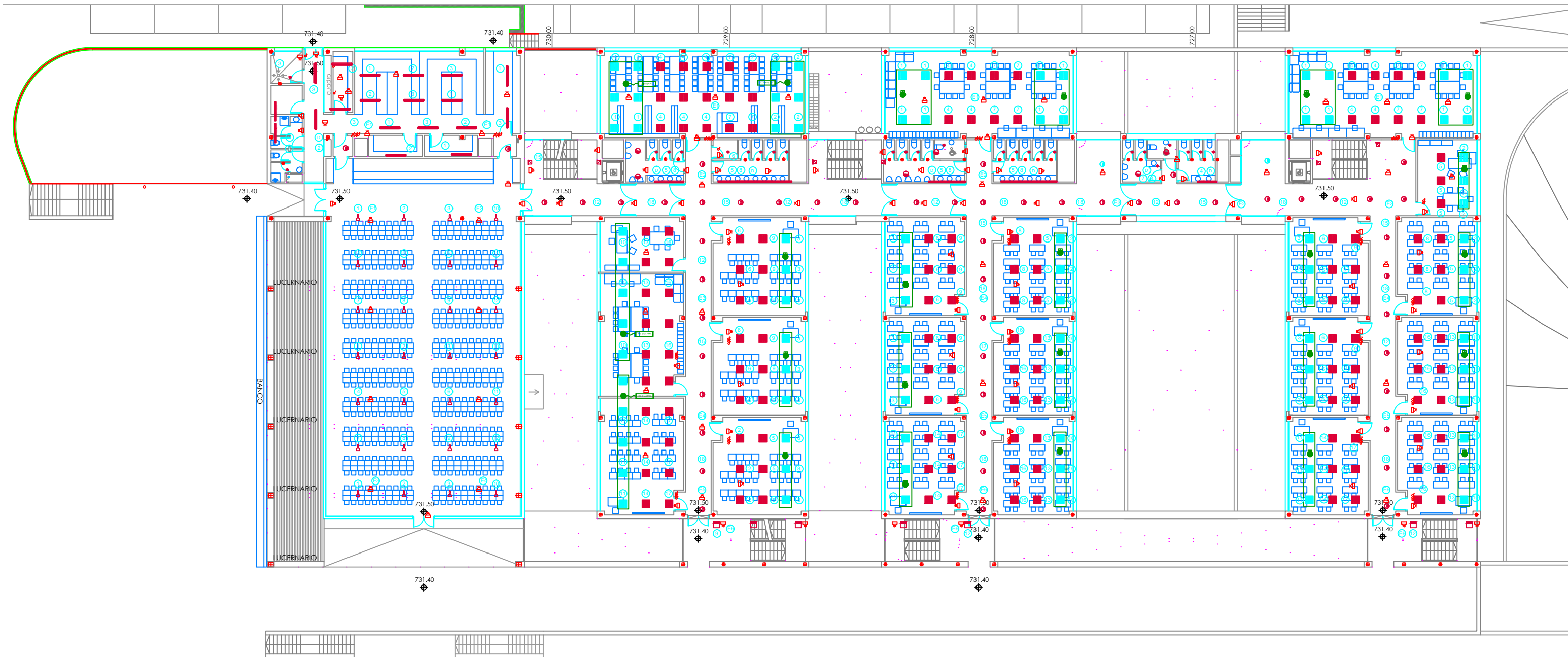


INSTALACION ILUMINACION

1/300

II-03

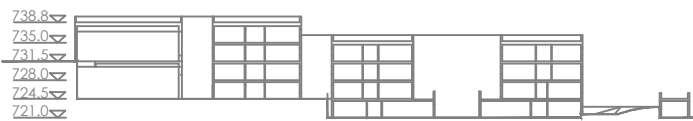
PLANTA COTA +728.0



LEYENDA

NOTA: LOS ENCENDIDOS DE LOS PASILLOS Y ZONAS COMUNES SERA POR RELOJ EN CUADRO SECUNDARIO
NOTA: EL ENCENDIDO DEL ALUMBRADO EXTERIOR SERA POR RELOJ ASTRONOMICO EN CUADRO DE ALIMENTACION

- PROYECTOR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8212 1HIT-DE 150 W
- LUMINARIA DE SUSPENDER DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-1790 1 TC-TELI 120 W + REFLECTOR NACARADO OD-1012
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2981 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2987 1+1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2987 1+1 T5 54 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2984/5/6 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W
- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 9646 1 TC-TELI 42 W
- LUMINARIA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-BEGA 2632 2 TC-D 26 W
- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 3548 1 TC-D 18 W
- APLIQUE DE PARED DE LLEDO MOD.-LIMBURG 8964 1 TC-TELI 26 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 2 TL 36 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 1 TL 36 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811060 2 TC-DEL 26 W + VIDRIO OPAL 60800324
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL MICROS-S D-80 60812137 1 QR-CBC 51 50 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811056 2 TC-DEL 18 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL 42157259 FTR 1/40 W T16-R EVG 390 V2A (STD)
- INTERRUPTOR MONOPOLAR EMPOTRADO
- CONMUTADOR EMPOTRADO
- INTERRUPTOR TEMPORIZADO
- BLOQUE AUTONOMO DE SEÑALIZACION Y EMERGENCIA
- DETECTOR DE PRESENCIA
- CIRCUITO DE ALUMBRADO, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION

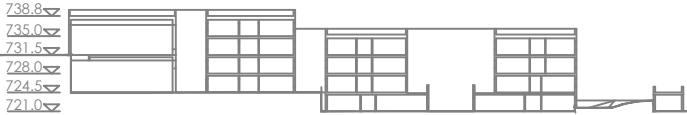
INSTALACION ILUMINACION1/300II-04PLANTA COTA +731.5



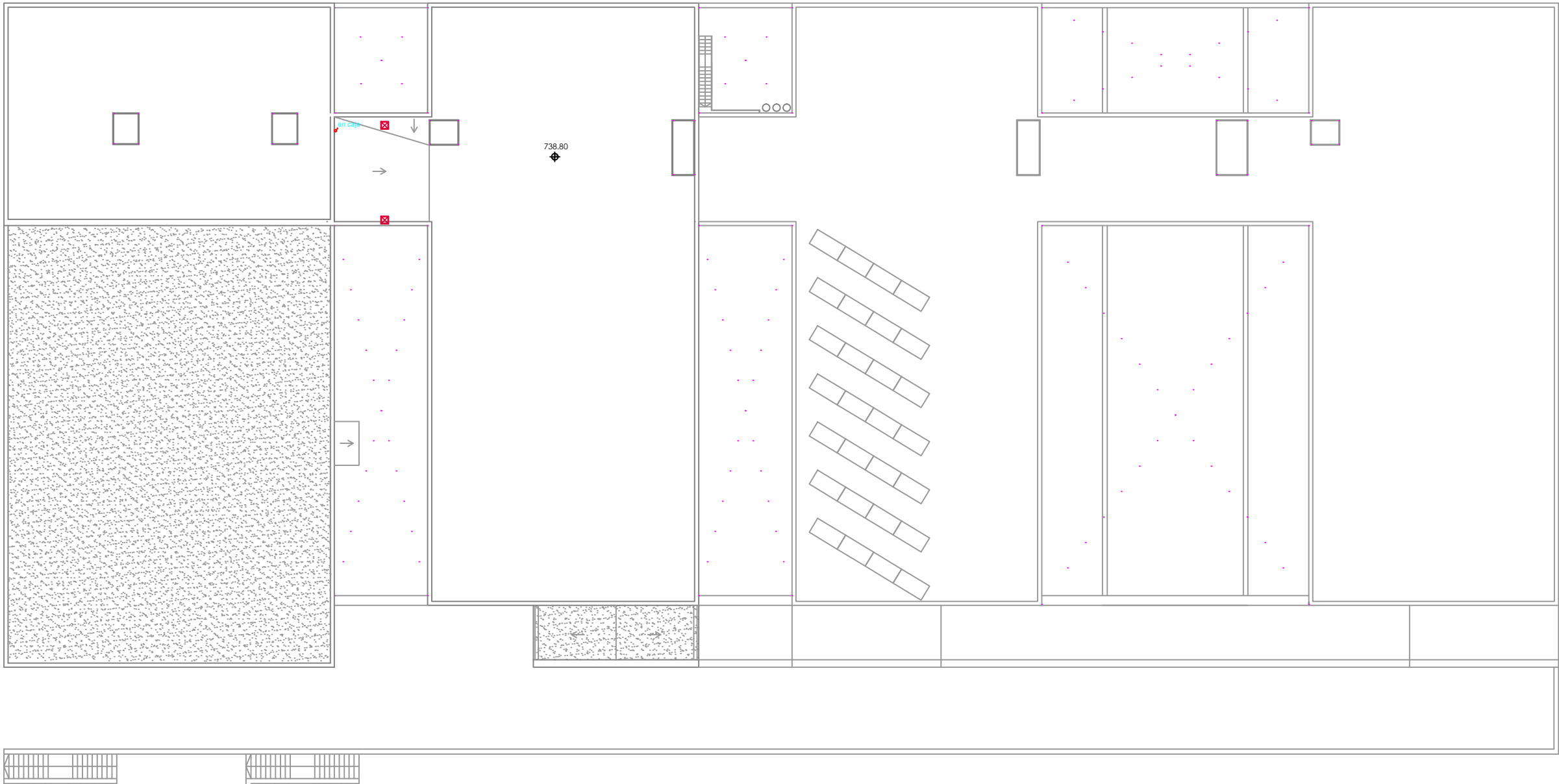
LEYENDA

NOTA: LOS ENCENDIDOS DE LOS PASILLOS Y ZONAS COMUNES SERA POR RELOJ EN CUADRO SECUNDARIO
NOTA: EL ENCENDIDO DEL ALUMBRADO EXTERIOR SERA POR RELOJ ASTRONOMICO EN CUADRO DE ALIMENTACION

- PROYECTOR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8212 1HT-DE 150 W
- LUMINARIA DE SUSPENDER DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-1790 1 TC-TELI 120 W + REFLECTOR NACARADO OD-1012
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2981 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2987 1+1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2987 1+1 T5 54 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2984/5/6 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W
- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 9646 1 TC-TELI 42 W
- LUMINARIA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-BEGA 2632 2 TC-D 26 W
- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 3548 1 TC-D 18 W
- APLIQUE DE PARED DE LLEDO MOD.-LIMBURG 8964 1 TC-TELI 26 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 2 TL 36 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 1 TL 36 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811060 2 TC-DEL 26 W + VIDRIO OPAL 60000324
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL MICROS-S D-80 60812137 1 QR-CBC 51 50 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811056 2 TC-DEL 18 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL 42157259 FTR 1/40 W T1Q/R EVG 390 V2A (STD)
- INTERRUPTOR MONOPOLAR EMPOTRADO
- CONMUTADOR EMPOTRADO
- INTERRUPTOR TEMPORIZADO
- BLOQUE AUTONOMO DE SEÑALIZACION Y EMERGENCIA
- DETECTOR DE PRESENCIA
- CIRCUITO DE ALUMBRADO, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION



INSTALACION ILUMINACION
1/300



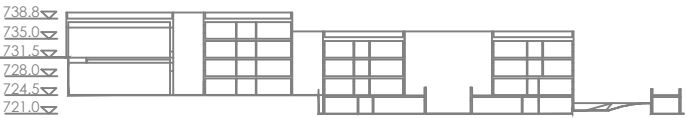
LEYENDA

NOTA: LOS ENCENDIDOS DE LOS PASILLOS Y ZONAS COMUNES SERA POR RELOJ EN CUADRO SECUNDARIO
NOTA: EL ENCENDIDO DEL ALUMBRADO EXTERIOR SERA POR RELOJ ASTRONOMICO EN CUADRO DE ALIMENTACION

- PROYECTOR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8212 1HIT-DE 150 W
- LUMINARIA DE SUSPENDER DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-1790 1 TC-TELI 120 W + REFLECTOR NACARADO OD-1012
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2981 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2987 1+ 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2987 1+1 T5 54 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-2984/5/6 1 T5 49 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3290 4 T5 24 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W REGULABLE
- LUMINARIA DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-3291 3 T5 14 W

- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 9646 1 TC-TELI 42 W
- LUMINARIA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-BEGA 2632 2 TC-D 26 W
- LUMINARIA DE PARED DE LLEDO MOD.-BEGA 3548 1 TC-D 18 W
- APLIQUE DE PARED DE LLEDO MOD.-LIMBURG 8964 1 TC-TELI 26 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 2 TL 36 W
- LUMINARIA ESTANCA DE SUPERFICIE DE LLEDO MOD.-ODEL-LUX OD-8553 1 TL 36 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811060 2 TC-DEL 26 W + VIDRIO OPAL 60800324
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL MICROS-S D-80 60812137 1 QR-CBC 51 50 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL FD1000 60811056 2 TC-DEL 18 W
- DOWNLIGHT DE EMPOTRAR DE LLEDO MOD.-ZUMTOBEL 42157259 FTR 1/40 W T16-R EVG 390 V2A (STD)

- INTERRUPTOR MONOPOLAR EMPOTRADO
- CONMUTADOR EMPOTRADO
- INTERRUPTOR TEMPORIZADO
- BLOQUE AUTONOMO DE SEÑALIZACION Y EMERGENCIA
- DETECTOR DE PRESENCIA
- CIRCUITO DE ALUMBRADO, EL N° CORRESPONDE A SU IDENTIFICACION



INSTALACION ILUMINACION
1/300